# MEDDELELSER

FRA

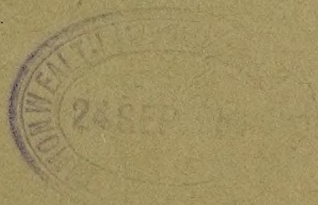
# DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

NR. 38

(BIND XI, HEFTE 1)

Reports of
The Norwegian Forest Research Institute

*REDAKTØR:*
*PROFESSOR ERLING EIDE*



# Innhold.

Side

Gustav G. Klem og Ole Karlsen: Skurutbyttets variasjon med skurordre, tømmerdimensjon og avsmalning ved en moderne sirkelsag ..... 1

*Lumber recovery from a modern circular saw* ..... 26

Elias Mork: Planteforsøk med gran *(Picea abies)* til forskjellige tider i vegetasjonsperioden ..... 31

*Planting experiments with Norway spruce (Picea abies) at different times during the growing season* 74

Lars Strand: Undersøkelser angående den innflytelse kvelstofftapet ved salpeterfabrikasjonen har på granas diametertilvekst ..... 79

*Investigations on the effect of the N loss occuring under the saltpetre production, on the diameter increment of the Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.)* ..... 123

Ola Børset: Forsøk med avkom av enkelttrær fra kystfuruskogen på Hvaler ..... 129

*Studies on progenies from single trees of Scots Pine (Pinus silvestris l.) from a coastal forest in Southern Norway* ..... 156

Elias Mork: Faktorer som virker på spireevnen hos furu-, gran- og bjørkefrø ..... 159

*Factors influencing germination of seed from Pinus silvestris, Picea abies, Betula verrucosa, and B. pubescens* ..... 171

# MEDDELELSER

FRA

# DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

BIND X
(HEFTE 35—37)

Reports of
The Norwegian Forest Research Institute

*REDAKTØR:*
*PROFESSOR ERLING EIDE*

GRØNDAHL & SØNS BOKTRYKKERI
OSLO 1950

# INNHOLD


Side

*J. Låg:* Undersøkelser over opphavsmaterialet for Østlandets morenedekker ..... 1
*Studies on the Parent Material of the Morainic Covers of the South-Eastern Part of Norway* ..... 200

*Elias Mork:* Forsøk med markberedning og såing i Ljørdalen statsskog ..... 225
*Experiments on screefing and sowing in Ljördalen state forest* ..... 298

*Gustav G. Klem:* Driftstekniske undersøkelser over hogst og hogstredskap ..... 305
*Logging investigations concerning cutting and felling tools* ..... 361

*Gustav G. Klem:* Specific Gravity of Spruce Wood, its variation in Wood Structure and Pulp Degree of Delignification (Sieber chlorine no), and the Effect of these Factors on Yield and Sulphite Pulp Quality ..... 367

*Ivar Samset:* Hogstundersøkelser i norsk granskog ..... 397
*Cutting Studies in Norwegian Spruce Forest* ..... 547

GUSTAV G. KLEM og OLE KARLSEN

# Skurutbyttets variasjon

## med skurordre, tømmerdimensjon og avsmalning ved en moderne sirkelsag.

*Lumber recovery from a modern circular saw.*

### *Rettelse i Meddelelse nr. 38.*

Side 18, tabell 3, regressjonskoeffisienter, kolonne b,
står: ÷ 4,3 skal være: + 4,3
÷ 4,2 + 4,2
÷ 4,623 + 4,623
÷ 3,233 + 3,233

Side 86, linje 2 nedenfra, står: framgang skal være: forskjell.

Side 110, tabell 12, står: II. Med feltene 3—22. Skal være. I. Med feltene 3—22.

Side 113, linje 16 ovenfra, står: Bortsett fra et felt — — — Skal være. Bortsett fra to felter — — —

p. 125, line 16 from bottom: All the plots except one — —
read: All the plots, except two — — —

# Innhold.


Side

Forord ..... 5
Innledning ..... 7
I. Forsøkenes planlegging og utførelse
A. Planlegging ..... 8
B. Skurens utførelse ..... 10
II. Beregningsmetoden ..... 11
III. Skurutbyttet i forhold til midtmålt kubikk ..... 12
IV. Skurutbyttet i forhold til den kubikk som toppmålstabellen for Østlandet forutsetter ..... 16
V. Skurutbyttet ..... 19
VI. Sagflis og hon ..... 20
Sammendrag ..... 22
Skurutbyttet i forhold til midtmålt kubikk ..... 23
Skurutbyttet i forhold til den kubikk som toppmålstabellen forutsetter ... 23
Sagflis og hon ..... 24
*Lumber recovery from a modern circular saw* ..... 26
Litteraturfortegnelse ..... 30

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/meddelelser-fra-det-norske-skogforsoksvesen_1950_11_1

# Forord.

Ved starten av Norsk Treteknisk Institutt hadde dette hverken kvalifiserte forskere eller lokaler. Instituttet innledet derfor et samarbeid med Det Norske Skogforsøksvesen som også var blant de forskende medlemmer av Skogbrukets og Skogindustrienes Forskningsforening.

For hurtigst mulig å komme i gang med forskningsoppgaver innenfor sagbruksbransjen var et slikt samarbeid helt naturlig. Skogforsøksvesenets arbeidsoppgaver innenfor skogteknologi omfattet også det tretekniske forskningsprogram som Norsk Treteknisk Institutt hadde satt opp for sin virksomhet.

Norsk Treteknisk Institutt har betalt utgiftene ved dette arbeid. Assistentene Birger Halvorsen og Martin Seem har deltatt både under forsøksskuren og de senere beregninger. John Winter i Østlandets Skurlastmåling foretok sortering av lasten.

# Innledning.

En har i vår sagbruksindustri lenge savnet tallmateriale egnet til bruk ved oppsetting av kalkyler. Det har bl. a. vært vanskelig å vurdere fordeler og mangler ved de forskjellige kant- og bakbestemmelser, og det har rådet usikkerhet med hensyn til materialutnyttelsen ved de forskjellige typer sagbruk.

Dette forsøk er det første i en serie undersøkelser som Norsk Treteknisk Institutt håper å kunne legge fram for å skaffe til veie sikrere vurderingsgrunnlag og retningslinjer angående aktuelle problemer innenfor sagbruksindustrien.

Formålet med dette første forsøk, er å klarlegge noen av de årsaker som bevirker variasjoner i kubisk skurutbytte. Av disse kan nevnes årsaker som skyldes tømmeret, skurordre, maskineriet og sagmestrene.

Det som her er tatt opp til undersøkelse, er de årsaker som kan skyldes tømmer og skurordre.

De spørsmål en anså særlig viktig å få belyst, var følgende:

1. Skurutbyttets variasjon med forskjellig skurordre.
2. Skurutbyttets variasjon med tømmerets dimensjon.
3. Skurutbyttets variasjon med tømmerets avsmalning.

I de nordiske land er det offentliggjort få undersøkelser over skurutbyttet. Det betydeligste arbeid i Norge på dette område er en avhandling over: Prøveskur. Materialutbytte av furu, av Jonas Nilsen og Johan Sleppen (1940). Det er vanskelig å sammenligne resultatene fra disse undersøkelser med resultatene fra dette arbeid. For det første er Nilsen og Sleppens undersøkelser utført på furu. Det er enn videre brukt Bergensmarkedets meget korte tømmerlengder, og det er utført stavskjæring av all hon og ikke skåret bord.

Det totale utbytte varierer derfor meget lite med dimensjon. Det er sogar en svak tendens til mindre skurutbytte med stigende doppdiameter for plankenes vedkommende.

Undersøkelser som behandler de samme problemer som i dette arbeid, vil senere i teksten bli omtalt der de naturlig hører hjemme for en diskusjon av resultatene.

## I. Forsøkenes planlegging og utførelse.

### *A. Planlegging.*

Undersøkelsene ble utført på Ringsaker Almennings nye sirkelsag ved Buvika i Ringsaker.

Maskineriet på denne sagen er av Jajods fabrikat og består av en enkel sirkel med vogn type T 100, valsekløvsag G 130 og dobbelt kantsag D 150 foruten honkappsag J 133. På sirkelen ble det brukt blad nr. 8/13 enkelt konisk (2,5 mm tykt) med en vigg på 0,65 mm. På kløvsagen og bordkantsagen ble det brukt blad nr. 11/13 dobbelt konisk (2,34 mm tykt) med en vigg på 0,65 mm.

Snittykkelsen ble målt på kantbladet til 4,1 mm og på kløvbladet til 3,9 mm. Det ble også tatt mål på nøyaktigheten av skuren. Det viste seg at de fleste observasjoner lå innenfor et intervall på vel 2 mm. For ikke å risikere å få undermålsplanker ble det således skåret med et overmål på vel 1 mm i gjennomsnitt på plankenes tykkelse.

Det er nødvendig å gi en nærmere definisjon av skurutbyttet. Utbyttet avhenger bl.a. av hva slags måleenhet en bruker, hvor langt ned en går med de minste sidebord, om en måler lasten i rå eller tørket tilstand m. m. Av rent praktiske grunner ble det besluttet å måle lasten i rå tilstand like etter at den kom ut av sagen, og som lengdeenhet ble valgt dm.

Følgende dimensjoner ble skåret:

¾″ × 3″ — 3½″ — 4″ — 4½″ — 5″ — 5½″.
1″ × 3″ — 3½″ — 4″ — 4½″ — 5″ — 5½″ — 6″ — 6½″ — 7″.
1½″ × 3″ — 3½″ — 4″.
2″ × 4″ — 4½″ — 5″.
2½″ × 5″ — 5½″ — 6″ — 6½″ — 7″.
3″ × 6″ — 6½″ — 7″ — 8″ — 9″.
3½″ × 7″ — 8″.
4″ × 9″.

En ble stående ved å gå helt ned til $3/4'' \times 3''$, 2 meters lengde for de minste sidebord. Dette siste er jo et spørsmål som kan diskuteres. På noen steder i landet er $3/4'' \times 3''$, 2 meters lengde kurant salgsvare, mens det på andre steder ikke er det. Dessuten er disse små sortimenter av bord forholdsvis kostbarere å skjære enn de større. Dette ble imidlertid ansett for å være vår problemstilling uvedkommende, da den økonomiske side av saken er så mangesidig, at det ville være uråd å få dette tilstrekkelig belyst ved denne undersøkelse. Rent forsøksteknisk sett var det også riktigst å skjære lengst mulig ut, da en på denne måte hadde anledning til ved hjelp av grunnmaterialet å gå tilbake og finne ut hvilket skurutbytte en ville fått ved større minstesortimenter.

For å få uttrykk for skurutbyttets variasjon ved forskjellige skurordre, ble følgende skurordre valgt:

a. Vanlig Østlandsskur, 1/3 kant 5/8 bak til IV sort.
b. 1/2 kant og 1/2 bak (spesialskur 2) til IV sort.
c. 2/3 kant og 2/3 bak (spesialskur 3) til IV sort.
d. Skarp kant (spesialskur 1).

For å få uttrykk for skurutbyttets variasjon med dimensjonen, valgte man å inndele forsøkstømmeret i 1 cm intervaller fra 10 cm og opp til 30 cm toppdiameter.

For å få uttrykk for skurutbyttets variasjon med avsmalningen, ble det sørget for at hvert diametertrinn fikk tømmer som representerte fra små til store avsmalninger.

Fordelingen av tømmeret på diameterklasser og avsmalning ble utført på den måten at alt tømmer som gikk på kjerraten, ble målt, og notert fortløpende på et stikkskjema. Det ble samtidig ført kontroll med hvor mange stokker en til enhver tid hadde i de forskjellige diameter- og avsmalningsklasser. Denne kontroll satte oss i stand til under skuren å supplere de diameterklasser og avsmalninger som var dårlig representert, med så mange stokker som det tilstedeværende tømmer gjorde mulig.

Hver skurordre ble tildelt ca. 500 stokker fordelt på diametertrin og avsmalninger. Det ble da ca. 50 stokker på hvert diametertrin fordelt over avsmalninger varierende mellom 0,5 og 2 cm pr. løpende meter.

Det samlede materiale ble på vel 2000 stokker. Alt var gran. Av forsøkstekniske grunner ble tømmer med tverrkrok og særlig store lang-

kroker ikke tatt med, altså slikt tømmer som en ved skjønnsmessig bedømmelse ville si var åpenbart uskikket til skurtømmer. Skulle en tatt med tverrkrok og sterk langkrok i forsøksmaterialet, ville det være svært vanskelig å si hvilke variasjoner i skurutbyttet som skyldtes krok, og hvilke som skyldtes dimensjon og avsmalning. En ville lett få det krokete tømmer ujevnt fordelt på skurordrer, dimensjoner og avsmalninger og kunne da støtt på vanskeligheter i beregningene. Hver sag har heller ikke samme mengde eller samme karakter av krokete tømmer. Resultatene ville da bare gjelde for det tømmerparti som tilfeldigvis lå lagret, eller kom fram til sagen mens prøveskuren pågikk.

## *B. Skurens utførelse.*

For å få innarbeidet arbeidsgangen på sagen slik at ingenting skulle klikke under selve prøveskuren, f. eks. med nummerering av tømmer og skurlast, med sortering, stikking og veiing m. m., ble hele den oppsatte arbeidsplan prøvd ved på forhånd å skjære et parti tømmer, som ble behandlet som om dette skulle være forsøkstømmer. Det var også om å gjøre at forsøksskuren gikk omtrent like fort som vanlig skur. Produksjonen ble under forsøksskuren redusert med 20 %.

Under prøveskuren ble hver skurordre skåret for seg. Tømmeret ble målt utenpå bark like før oppkjøringen på kjerraten med korsklaving både i toppen og på midten, og det ble tatt dobbelt barkmål på begge steder. Lengden ble målt i dm, og hver stokk ble forsynt med nummer.

Hvert stykke skurlast som ble skåret av stokken, ble forsynt med samme nummer som stokken. Dette var nødvendig for å kunne få registrert utbyttet av hver enkelt stokk for å kunne behandle materialet statistisk. Plankene ble skåret etter den oppsatte skurordre, mens sidebordene ble skåret helt ut, dvs. ⅓ og ⅔ kant og enkelte bord skarpe. Etter hvert som lasten kom ut av sagen, ble skurutbyttet registrert av autorisert plankemåler fra Østlandets Skurlastmåling. Her ble planker og bord målt i dm og lasten sortert i IV, V og VI sort, etter kant og bak, mens kvaliteten for øvrig ikke ble tatt i betraktning, da det utelukkende var skurutbyttet som skulle måles.

For å få bestemt sagflisprosenten så nøyaktig som mulig, ble det veid ca. 150 stokker fordelt på de forskjellige dimensjoner og skurordrer. Det var nemlig ugjørlig å få samlet opp all sagflis fra hver enkelt stokk, slik at en volummåling kunne finne sted. Stokkene ble veid like ved kjerraten straks før de gikk inn på sagen. Umiddelbart

etter skuren ble hver stokks planker, bord og hon veid. Dette måtte gjøres straks, da en nyskåret planke letner betraktelig i vekt ved å ligge bare noen få timer i friluft.

Forskjellen mellom stokkens vekt og skurutbyttets og bakhonens vekt ble da sagflis. På denne måten fikk vi bestemt sagflismengden for hver enkelt stokk og belyst variasjonene i sagflismengde mellom dimensjoner og skurordre.

Nå kan det nok reises innvendinger mot denne framgangsmåte. Ved å bestemme sagflismengden av hver stokk som vektprosent, burde stokkens vanninnhold være jevnt fordelt gjennom hele stokken. Men veden i ferske stokkers yte er som regel tyngre enn veden fra stokkens kjerne på grunn av det vanninnhold som yten har. Denne forskjell vil gjøre seg mest gjeldende for tømmer av store dimensjoner som i alminnelighet har størst indre kjerne. For disse dimensjoner hvor en får mange sidebord, vil en større del av snittene ligge i stokkens yte enn ytens prosentvise andel av hele stokkens kubikk. Dette vil da virke til at sagflisprosenten regnet ut som vektprosent blir litt for stor, særlig for de større dimensjoner sammenlignet med sagflisprosenten bestemt etter riktig målt volum. For mindre dimensjoner med spesielt stor kjerne (særlig sentvokset ved) kan det bli omvendt.

Som konklusjon kan vi derfor si at variasjonene i sagflismengden mellom store og små dimensjoner i hvert fall er minst så store som den senere tabell og kurve over sagflismengden viser.

## II. Beregningsmetoden.

For å muliggjøre alle slags sorteringer og grupperinger ble alle data ført inn på kort. De stokker hvis planker på grunn av feilskur ble slått ned til V. og VI. sort., ble tatt ut. Hver stokk ble betraktet som en enhet og fikk sitt kort. På disse kort ble de grunnleggende beregninger utført, som stokkens kubering etter toppmål og midtmål, stokkens avsmalning, skurutbyttet i standard og i prosent av midtmålt kubikk, og i prosent av den kubikk som toppmålstabellen forutsetter, nemlig regnet etter 1 cm's avsmalning pr. løpende meter for gran.

Selve beregningene er utført som en regresjonsanalyse med skurutbytte i prosent som avhengig variabel og toppdiameteren og avsmalningen som uavhengig variable.

For hver skurordre er det så beregnet en ligning av typen

$y = ax^2 + bx + cz + d$, hvor y er skurutbyttet i prosent, x er toppdiameteren i cm, og z er avsmalningen i cm pr. løpende meter. Denne tredimensjonale likning kan framstilles som en kurveskare med y som ordinat og x som abcisse, og så kan en velge en del aktuelle verdier for z og tegne en kurve for hver verdi. Ut fra denne likning er det også bekvemt å regne ut tabeller for bestemte verdier av de variable.

Ved å sette opp punktsvermene i forhold til kurvene viser det seg at den valgte likning beskriver materialet såvidt godt at det er vanskelig å finne kurvetyper som skulle ha sjanse for å være vesentlig bedre.

## III. Skurutbyttet i forhold til midtmålt kubikk.

Fig. 1 viser kurver for middels avsmalning, nemlig 1 cm pr. løpende meter, for hver av de fire skurordrer. Skurutbyttet er den avhengig variable og er i prosent av midtmålt kubikk.

En ser straks at kurvene eller skurutbyttet stiger ganske meget fra små til store dimensjoner, og at bedre kant gir lavere utbytte. En ser også at skurordrene ½ kant — ½ bak (spesialskur 2) og ⅓ kant — ⅝ bak (vanlig Østlandsskur) meget nær ligger på samme utbyttenivå for alle dimensjoner. ½ kant — ½ bak ligger for de mindre dimensjoner bare ca. 1 % høyere, mens kurvene løper sammen for de større dimensjoner. Dette er i og for seg ikke overraskende, da disse 2 skurordrer er så like med hensyn til kant og bak.

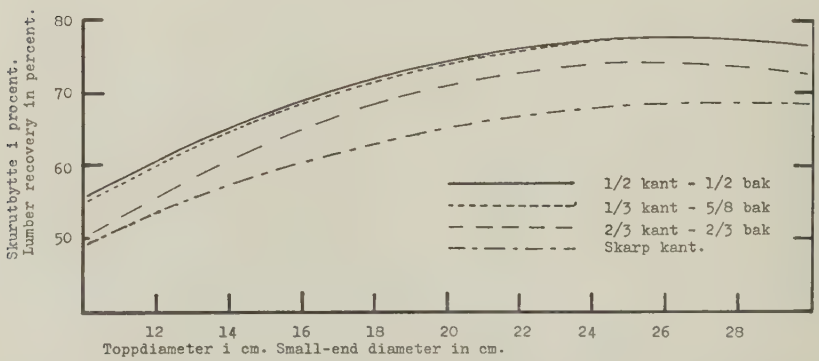



Fig. 1. Skurutbytte for avsmalning 1 cm pr. l. m. for hver av de fire skurordre, satt opp over toppdiameter.

*Lumber recovery for each of the four sawn rules, by tapering 1 cm per linear m.*

Tabell 1.

Regressjonslikninger for skurutbytte.

*Regression equations for lumber recovery.*)*

(Se likning side 12.)

| Skurordre *Sawn rules* | Regressjonskoeffisienter *Regression coefficients* a | b | c | Konstantledd *Constant factor* d | Multipel korrelasjonskoeffisient *Coefficient of multiple correlation* $\bar{R}$ | Middelfeil *Standard-error* $\bar{S}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $^1/_2$ kant — $^1/_2$ bak<br>$^1/_2$ *edge* — $^1/_2$ *back* | ÷ 0,083 ± 0,011 | 4,370 ± 0,420 | ÷ 3,725 ± 0,822 | 24,40 | 0,73 | 5,50 |
| $^1/_3$ kant — $^5/_8$ bak<br>$^1/_3$ *edge* — $^5/_8$ *back* | ÷ 0,080 ± 0,010 | 4,323 ± 0,350 | ÷ 5,812 ± 0,801 | 25,64 | 0,87 | 4,19 |
| $^2/_3$ kant — $^2/_3$ bak<br>$^2/_3$ *edge* — $^2/_3$ *back* | ÷ 0,089 ± 0,042 | 5,055 ± 0,483 | ÷ 3,499 ± 0,874 | 12,90 | 0,82 | 5,53 |
| Skarp kant<br>*Full size* | ÷ 0,063 ± 0,016 | 3,493 ± 0,611 | ÷ 5,086 ± 0,745 | 26,11 | 0,61 | 6,96 |

*) $y = ax^2 + bx + cz + d$. x = small-end diameter in cm. z = tapering in cm per linear m.

For tiden ligger ½ kant — ½ bak 5 % høyere i pris enn ⅓ kant — ⅝ bak. Det skulle derfor være en fordel å skjære ½ kant — ½ bak, sammenlignet med ⅓ kant — ⅝ bak.

Videre legger en merke til at skurutbyttet for de 2 nevnte skurordrer begynner på ca. 55 % for 10 cm og stiger til ca. 78 % for 25 cm. Nå skal selve skurutbyttets absolutte størrelse diskuteres senere. Det som her har interesse, er mengdeforholdet mellom skurutbyttet for små og store dimensjoner. For de bruk som ikke kan nytte bakhonen til annet enn ved, må derfor foredlingsverdien av det store og små tømmer være meget forskjellig. Og selv om en kunne nyttiggjøre seg de store avfallsmengder, som særlig kommer fra de mindre dimensjoner, vil dette avfallsvirket i dag ikke komme opp i de verdier som skurlasten har. En skal huske på at problemet avfall i første rekke er å minske dette. I annen rekke kommer så å nytte det avfall som må oppstå, selv ved den mest rasjonelle utnyttelse av tømmerets kubikk.

En ser av kurvene at skurutbyttet har en tendens til å gå nedover igjen fra 25 cm til 30 cm toppdiameter. Dette er sannsynligvis en følge av at plankene må bli skåret skarpere når dimensjonene blir såvidt

store. For det første skjæres det ikke tykkere planker enn 4", og når en da kommer opp i tømmerdimensjoner som naturlig skulle betinge tykkere planke, tvinges en til å skjære bedre bak en nødvendig. Dette gjelder hvis en skjærer 2 planker. Skjærer en 3, blir jo den midterste helt skarp.

Utbyttet for skarp kant støtter også denne teori, da denne kurve ikke synker for de store toppdiametre.

Det kan tenkes at et slikt forløp av en kurve kan skyldes valget av funksjonstype. Med andre ord at materialet på den første del av kurven skulle være såvidt fyldig og ha en så klar tendens at dette skulle bli bestemmende for hvordan kurvene videre skulle gå. En har undersøkt dette spørsmål nærmere ved å gruppere i diameterklasser på 1 cm og utjevne grafisk. Også her får man en nedadgående tendens over 25 cm. En må derfor gå ut fra at nedgangen i skurutbytte for dimensjonene mellom 25 og 30 cm ikke skyldes valg av funksjon.

Gustav Lundberg (1921) finner i sine forsøk over lønnsomheten av rammeskur, bl. a. i forhold til tømmerets dimensjon, at skurutbyttet synker en del når dimensjonene nærmer seg 30 cm toppdiameter. Han mener at man for disse større dimensjoner bør bruke blokkskur istedenfor vanlig gjennomskjæring for å nytte ut kubikken av det grove tømmeret.

C. E. Bell (1948) har utgitt første del av et meget omfattende skurforsøk fordelt på en rekke sagtyper i Canada. For 12 sirkelsager har forsøkstømmeret både vært gran og furu, med toppdiametere fra 11 cm til 40 cm. Han fant bl. a. at utbytte av skurlast i prosent av stokkens kubikk steg med ca. 20 % fra de minste til de største dimensjoner. Skurlastutbyttet pr. skurtime sett i forhold til tømmerets dimensjon ble nesten dobbelt så stort for dimensjonene fra 20 til 28 cm, sammenlignet med de minste dimensjoner. For dimensjoner over 28 cm ble det ikke funnet noe stigning i timeproduksjonen, snarere en tendens til svak synkning opp til 40 cm toppdiameter.

W. C. Darwin og B. S. Cobb (1949) har utført prøveskur med furu på sirkelsag, hvor tømmerdimensjonene var fra 13 cm til 33 cm toppdiameter. Det er beregnet timeproduksjon i board feet, samt skuromkostningene pr. board foot pr. dimensjon.

Timeproduksjonen stiger jevnt fra 13 cm til 28 cm for derfra å synke svakt til 33 cm. toppdiameter. Skurutbyttet pr. time ble ca. 90 % større for dimensjonene fra 25 til 30 cm enn for de minste dimensjoner. Det samme viste forsøkene til C. E. Bell. Den samme forskjell

var det i skuromkostninger. Det var meget nær dobbelt så høye skuromkostninger pr. board foot for de minste dimensjoner sett i forhold til de største.

De statistiske data som fig. 1 bygger på, er gjengitt i tabell 1. Det framgår av denne tabell at regressjonskoeffisientene er meget sikre. Men på tross av dette har en ikke ved å nytte disse variable fått tak i mer enn 36 % av variasjonene for skarp kants vedkommende. For vanlig Østlandsskur ⅓ kant — ⅝ bak, har man derimot fått eliminert 76 % av variasjonene ved å nytte toppdiameteren og avsmalningen som variable.

Regressjonskoeffisientene for avsmalningen varierer fra ÷ 3,5 til ÷ 5,8. Dette vil si at når avsmalningen øker med en enhet, f. eks. fra 0,5 til 1,5 cm pr. løpende meter, vil skurutbyttet synke med 3,5 % når det gjelder ⅔ kant — ⅔ bak, og med 5,8 % når det gjelder vanlig Østlandsskur. Alle prosenter er da regnet ut i forhold til tømmerets virkelige kubikk.

Denne funksjon gir ikke uttrykk for om avsmalningens virkning på skurutbyttet er den samme for store og små dimensjoner. Ved foretatte stikkprøver fant en at avsmalningen ikke viste noen bestemt tendens til å virke forskjellig for de forskjellige dimensjoner, og at variasjonene var små. Videre beregninger ble derfor ikke utført for dette forhold.

På grunnlag av regressjonslikningene i tabell 1, er skurutbytteprosentene for midtmålt kubikk regnet ut for toppdiametre fra 10 til 30 cm for 3 avsmalninger, nemlig 0,6, 1,0 og 1,4 cm pr. løpende meter,

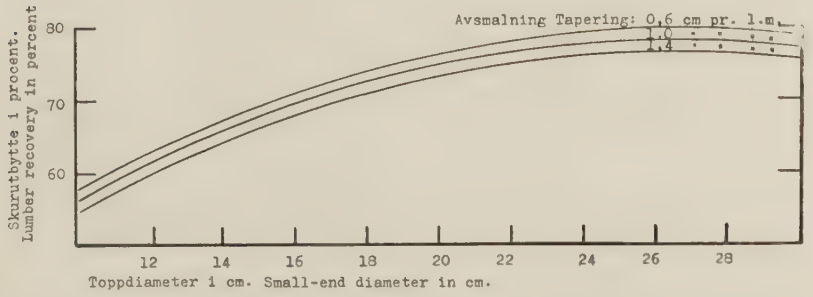



Fig. 2. Skurutbytteprosenter for skurordre ½ kant — ½ bak i forhold til midtmålt kubikk, satt opp over toppdiameter.

*Lumber recovery for sawn rule ½ edge — ½ back in relation to cubic volume based upon medially measured diameter.*

Tabell 2.

Skurutbytteprosenter for midtmålt kubikk, regnet ut for toppdiametre fra 10 til 30 cm.

*Lumber recovery in percent related to the cubic volume based upon medially measured diameter, calculated for small-end diameters from 10 to 30 cm.*

| Skurordre *Sawn rules* | Avsmalning *Tapering* | Toppdiameter i cm *Small-end diameter in cm* | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm/1. m. | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| 1/2 kant — 1/2 bak | 0,6 | 57,6 | 62,7 | 67,1 | 70,8 | 73,9 | 76,4 | 78,1 | 79,2 | 79,7 | 79,5 | 78,6 |
| 1/2 *edge* — 1/2 *back* | 1,0 | 56,1 | 61,2 | 65,6 | 69,3 | 72,4 | 74,9 | 76,6 | 77,7 | 78,2 | 78,0 | 77,1 |
| | 1,4 | 54,6 | 59,7 | 64,1 | 67,9 | 71,0 | 73,4 | 75,2 | 76,3 | 76,7 | 76,5 | 75,6 |
| 1/3 kant — 5/8 bak | 0,6 | 57,4 | 62,5 | 67,0 | 70,8 | 74,0 | 76,6 | 78,5 | 79,8 | 80,5 | 80,5 | 79,8 |
| 1/3 *edge* — 5/8 *back* | 1,0 | 55,1 | 60,2 | 64,7 | 68,5 | 71,7 | 74,3 | 76,2 | 77,5 | 78,1 | 78,2 | 77,5 |
| | 1,4 | 52,7 | 57,9 | 62,3 | 66,2 | 69,4 | 72,0 | 73,9 | 75,2 | 75,8 | 75,8 | 75,2 |
| 2/3 kant — 2/3 bak | 0,6 | 51,6 | 57,3 | 62,4 | 66,6 | 70,0 | 72,7 | 74,6 | 75,7 | 76,0 | 75,5 | 74,3 |
| 2/3 *edge* — 2/3 *back* | 1,0 | 50,2 | 55,9 | 61,0 | 65,2 | 68,6 | 71,3 | 73,2 | 74,3 | 74,6 | 74,1 | 72,9 |
| | 1,4 | 48,8 | 54,5 | 59,6 | 63,8 | 67,2 | 69,9 | 71,8 | 72,9 | 73,2 | 72,7 | 71,5 |
| Skarp kant | 0,6 | 51,7 | 55,9 | 59,6 | 62,8 | 65,5 | 67,7 | 69,4 | 70,6 | 71,3 | 71,5 | 71,1 |
| *Full size* | 1,0 | 49,7 | 53,9 | 57,6 | 60,8 | 63,5 | 65,7 | 67,4 | 68,6 | 69,3 | 69,4 | 69,1 |
| | 1,4 | 47,6 | 51,8 | 55,5 | 58,7 | 61,5 | 63,6 | 65,3 | 66,5 | 67,2 | 67,4 | 67,1 |

og prosentene satt opp i tabell 2 og vist i fig. 2 for ½ kant — ½bak. Det framgår av denne tabell hvordan skurutbyttet varierer med skurordre, toppdiameter og avsmalning. Med stigende toppdiameter øker utbyttet, og med økende avsmalning synker utbyttet for midtmålt kubikk. Tømmerets middellengde var for de fire skurordre henholdsvis 48,4 — 48,9 — 48,8 — 45,6 dm.

## IV. Skurutbyttet i forhold til den kubikk som toppmålstabellen for Østlandet forutsetter.

Da meget skurtømmer kjøpes etter toppmålstabellen, er det av interesse å se hvordan denne tabell virker i praksis.

Som kjent forutsetter toppmålstabellen en avsmalning på 1 cm pr. løpende meter for gran, og tømmeret måles i toppen. Den som da kjøper tømmer med sterkere avsmalning enn 1 cm pr. løpende meter, får i virkeligheten mer kubikk enn toppmålstabellen forutsetter.

For nærmere å belyse hvordan dette virker, har en beregnet skur-

utbyttet i prosent av den kubikk en får når en forutsetter en avsmalning på 1 cm pr. løpende meter. Disse verdier er da utjevnet på samme måte som tidligere, med toppdiameteren og avsmalningen som uavhengig variable.

Resultatet er vist i fig. 3 for en skurordre, nemlig ½ kant — ½ bak, (se også tabell 4). Som en måtte vente, gir her den største avsmalning det høyeste skurutbytte.

Kurvene ligger altså omvendt i forhold til kurvene på fig. 2 som viser skurutbyttet i forhold til midtmålt kubikk for skurordre ½ kant — ½ bak.

De statistiske data som disse kurver bygger på, sees av tabell 3. Som det framgår av denne tabell, ligger de multiple korrelasjonskoeffisienter omtrent på samme nivå som i tabell 1 for midtmålt kubikk.

Det viser seg at en får en regressjonskoeffisient for avsmalningen på ca. 13. Dette vil si at med en forandring i avsmalningen på 1 cm pr. løpende meter, blir det en forandring i skurutbyttet på ca. 13 % for alle skurordre unntatt skarpkant som gir 9 % forskjell i skurutbytte.

I tabell 4 er skurutbytteprosentene for toppmålt tømmer regnet ut for toppdiametre fra 10 til 30 cm og for avsmalninger 0,6, 1,0 og 1,4 cm pr. løpende meter. Vi ser her at utbyttet for alle skurordrer stiger med stigende dimensjon, og med økende avsmalning, og synker med stigende krav til kant- og bakbestemmelser. (Sammenlign med tabell 2.)

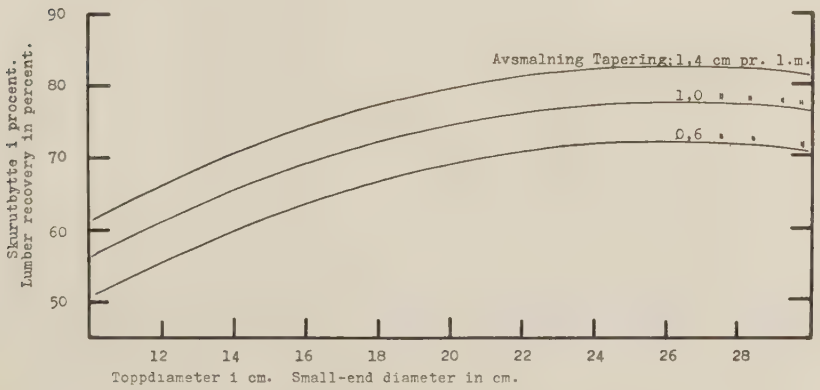



Fig. 3. Skurutbytte for toppmålt tømmer for skurordre ½ kant — ½ bak i % av den kubikk som toppmålstabellen for Østlandet forutsetter.

*Lumber recovery for small-end measured logs, sawn rule ½ edge — ½ back, in percent of the cubic volume assumed by the small-end measurement table for Norway spruce.*

Tabell 3.

Regressjonslikninger for skurutbytte.

*Regression equations for lumber recovery.*)*

(Se likning side 12.)

| Skurordre *Sawn rules* | Regressjonskoeffisienter *Regression coefficients* a | b | c | Konstantledd *Constant factor* d | Multipel korrelasjonskoeffisient *Coefficient of multiple correlation* $\bar{R}$ | Middelfeil *Standard-error* $\bar{S}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $^1/_2$ kant $-$ $^1/_2$ bak<br>$^1/_2$ *edge* $-$ $^1/_2$ *back* | $\div$ 0,082 $\pm$ 0,011 | $\div$ 4,3 $\pm$ 0,42 | 13,557 $\pm$ 0,823 | 7,78 | 0,78 | 5,51 |
| $^1/_3$ kant $-$ $^5/_8$ bak<br>$^1/_3$ *edge* $-$ $^5/_8$ *back* | $\div$ 0,076 $\pm$ 0,012 | $\div$ 4,2 $\pm$ 0,428 | 12,115 $\pm$ 0,981 | 8,34 | 0,81 | 5,13 |
| $^2/_3$ kant $-$ $^2/_3$ bak<br>$^2/_3$ *edge* $-$ $^2/_3$ *back* | $\div$ 0,087 $\pm$ 0,014 | $\div$ 4,623 $\pm$ 0,518 | 12,319 $\pm$ 0,908 | 1,16 | 0,77 | 5,95 |
| Skarp kant<br>*Full size* | $\div$ 0,055 $\pm$ 0,015 | $\div$ 3,233 $\pm$ 0,584 | 8,863 $\pm$ 0,876 | 13,90 | 0,64 | 6,65 |

*) $y = ax^2 + bx + cz + d$. x = small-end diameter in cm. z = tapering in cm per linear m.

Den underkubering som toppmålstabellen forårsaker for avsmalninger over 1 cm pr. løpende meter, vil selvfølgelig, særlig for de største avsmalninger, gi høye utbytteprosenter.

Mens skurutbyttet stiger med stigende avsmalning, må en forutsette at kvaliteten går ned på grunn av økende kvistmengde. Spørsmålet er da hvor meget nedgangen i kvalitet vil bidra til å redusere verdien av det store utbytte for de større avsmalninger.

Men det kan allerede nå pekes på at ifølge målingsreglementet kan plankene slåes ned fra IV. til V. sort på grunn av frisk kvist, men ikke lenger. Den største forskjell i verdi som kan tenkes og som skyldes større eller mindre kvistmengde, må da bli forskjellen mellom IV. og V. sort. Prisforskjellen her er 12½ %, og dette er i hvert fall ikke nok til å oppheve det høyere skurutbyttet som en får ved større avsmalninger.

En kommer her inn på toppmålstabellen og på spørsmålet om kvalitetsbetalingen for skurtømmer etter denne tabell svarer til sin hensikt. Da den toppmålstabell som brukes i dag er i støpeskjeen, skal

Tabell 4.

Skurutbytteprosenter for toppmålt kubikk, regnet ut for toppdiametre fra 10 til 30 cm.

*Lumber recovery in percent related to the cubic volume based upon small-end measured diameter, calculated for small-end diameters from 10 to 30 cm.*

| Skurordre *Sawn rules* | Avsmalning *Tapering* | Toppdiameter i cm *Small-end diameter in cm* | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm/1.m. | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 |
| 1/2 kant – 1/2 bak | 0,6 | 50,8 | 55,8 | 60,1 | 63,8 | 66,8 | 69,2 | 70,9 | 72,0 | 72,4 | 72,2 | 71,3 |
| 1/2 *edge* – 1/2 *back* | 1,0 | 56,2 | 61,2 | 65,5 | 69,2 | 72,3 | 74,6 | 76,4 | 77,4 | 77,8 | 77.6 | 76,7 |
| | 1,4 | 61,6 | 66,6 | 71,0 | 74,6 | 77,7 | 80,1 | 81,8 | 82,8 | 83,3 | 83,0 | 82,1 |
| 1/3 kant – 5/8 bak | 0,6 | 50,1 | 55,2 | 59,7 | 63,6 | 66,8 | 69,5 | 71,5 | 73,0 | 73,8 | 74,0 | 73,6 |
| 1/3 *edge* – 5/8 *back* | 1,0 | 55,0 | 60,1 | 64,6 | 68,4 | 71,7 | 74,3 | 76,4 | 77,8 | 78,6 | 78,9 | 78,5 |
| | 1,4 | 59,8 | 64,9 | 69,4 | 73,3 | 76,5 | 79,2 | 81,2 | 82,7 | 83,5 | 83,7 | 83,3 |
| 2/3 kant – 2/3 bak | 0,6 | 46,1 | 51,5 | 56,2 | 60,2 | 63,6 | 66,2 | 68,1 | 69,4 | 69,9 | 69,8 | 68,9 |
| 2/3 *edge* – 2/3 *back* | 1,0 | 51,0 | 56,4 | 61,1 | 65,2 | 68,5 | 71,1 | 73,1 | 74,3 | 74,9 | 74,7 | 73,9 |
| | 1,4 | 55,9 | 61,4 | 66,1 | 70,1 | 73,4 | 76,1 | 78,0 | 79,2 | 79,8 | 79,6 | 78,8 |
| Skarp kant | 0,6 | 46,1 | 50,1 | 53,8 | 57,0 | 59,7 | 62,0 | 63,9 | 65,4 | 66,4 | 66,9 | 67,1 |
| *Full size* | 1,0 | 49,6 | 53,7 | 57,3 | 60,5 | 63,3 | 65,6 | 67,5 | 68,9 | 69,9 | 70,5 | 70,6 |
| | 1,4 | 53,2 | 57,2 | 60,9 | 64,1 | 66,8 | 69,1 | 71,0 | 72,4 | 73,4 | 74,0 | 74,1 |

en ikke komme nærmere inn på dette spørsmål her. Men disse og senere skurforsøk vil gi oss holdepunkter til å sette opp en toppmålstabell som gir bedre uttrykk for den foredlingsverdi som tømmeret har til skur.

## V. Skurutbyttet.

For skur med ½ kant og ½ bak og med avsmalning 1 cm pr. løpende meter er utbytteprosentene for 10 cm toppdiameter for toppmålt tømer 56,2 % og for 30 cm 76,7 %. (Se tabell 4.) Forbruket av tømmer er henholdsvis ca. 8,2 og 6,1 m³ pr. stdr. trelast.

Utnyttelsen av tømmeret har m. a. o. ved disse forsøk vært bedre enn den man i alminnelighet oppnår i praksis. Dette må i det vesentlige bero på at sterkt krokete stokker ble sortert ut, at man utnyttet stokkene helt ut til ¾″ × 3″, 2 meter lange bord og at man anvendte relativt tynne blad. Dessuten ble skuren foretatt meget omhyggelig.

Har man derfor tilsvarende tømmer og maskineri som ved disse forsøk og gjennomfører en omsorgsfull skur skulle man i praksis kunne oppnå tilsvarende skurutbytte.

KINNMAN (1922) angir i sine omfattende skurforsøk på rammesag at en vanlig prøveskur har vist seg å heve skurutbyttet med ca. 4 % i forhold til praksis.

Våre undersøkelser har bl. a. vist at skurutbyttet ligger høyest for toppdiametre omkring 25 cm. Nå viser både de amerikanske og de kanadiske undersøkelser at produksjonen pr. time også ligger høyere for de samme dimensjoner. Dette skulle tyde på at de heldigste dimensjoner for sirkelsager både når man tenker på skurutbyttet og produksjon pr. tidsenhet skulle ligge omkring 25 cm toppdiameter.

## VI. Sagflis og hon.

Det er foretatt en beregning av sagflismengden på grunnlag av de vektmålinger som er omtalt tidligere. Disse observasjoner er sortert bare etter skurordre uten hensyn til avsmalningsklasser, da materialet var relativt lite (ca. 150 stk.).

De er utjevnet rettlinjet over toppdiameteren etter likning $y = ax + b$, hvor y er sagflisprosenten og x er toppdiameteren, og satt opp i tabell 5. De likninger som denne tabell er regnet ut etter, er følgende:

Tabell 5.

Sagflismengde i prosent.

*Quantities of sawdust in percent.*

| Skurordre *Sawn rules* | Toppdiameter i cm *Small-end diameter in cm* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 |
| $^1/_2$ kant — $^1/_2$ bak<br>$^1/_2$ *edge* — $^1/_2$ *back* | 11,5 | 11,2 | 10,9 | 10,6 | 10,4 | 10,1 | 9,8 | 9,5 |
| $^1/_3$ kant — $^5/_8$ bak<br>$^1/_3$ *edge* — $^5/_8$ *back* | 11,5 | 11,0 | 10,4 | 9,9 | 9,4 | 8,9 | 8,3 | 7,8 |
| $^2/_3$ kant — $^2/_3$ bak<br>$^2/_3$ *edge* — $^2/_3$ *back* | 12,4 | 12,2 | 11,9 | 11,7 | 11,4 | 11,1 | 10,9 | 10,6 |
| Skarp kant<br>*Full size* | 13,3 | 13,0 | 12,8 | 12,5 | 12,2 | 12,0 | 11,7 | 11,4 |

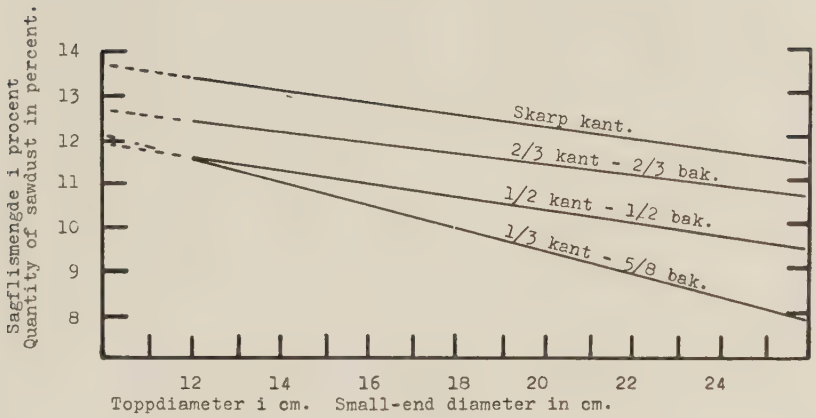



Fig. 4. Sagflis.
*Sawdust.*

For ½ kant ½ bak er $y = \div 0{,}145x + 13{,}3$ | $\bar{S} = 1{,}60$
For ⅓ kant ⅝ bak er $y = \div 0{,}2648x + 14{,}7$ | $\bar{S} = 1{,}34$
For ⅔ kant ⅔ bak er $y = \div 0{,}1269x + 13{,}9$ | $\bar{S} = 1{,}40$
For skarp kant er $y = \div 0{,}1356x + 14{,}9$ | $\bar{S} = 1{,}48$

Av tabell 5 og fig. 4 sees at sagflismengden stiger jo skarpere kant en skjærer, og synker med dimensjonen. Sagflisprosenten (utjevnede verdier) varierer fra 13,3 til 7,8 %. Dette stemmer bra med det tall en vanlig regner med, nemlig 10—11 % i gjennomsnitt.

Likevel bør en merke seg at variasjonene med dimensjon og med skurordre er såvidt store som de er. Dette kan ha betydning når en skal regne på lønnsomheten av forskjellige dimensjoner, og når det gjelder å minske avfallsprosenten.

Fig. 5 viser honmengden satt opp etter vektmålingene for de fire skurordrer. Kurvene er ikke beregnet. Middelverdiene er utjevnet grafisk, da spredningen mellom de enkelte verdier var meget liten.

Det sees her at ½ kant — ½ bak og ⅓ kant — ⅝ bak gir meget nær de samme verdier og de laveste honmengder. Skurutbyttet for disse 2 skurordrer ga til sammenligning de samme verdier og det høyeste utbytte. Honmengden for ⅔ kant — ⅔ bak er en del høyere. Skarp kant ligger høyest i honmengde, når en unntar den uregelmessighet som viser seg for de minste dimensjoner for denne skurordre.

Man ser at honmengden varierer helt fra ca. 24 % for 24 cm-

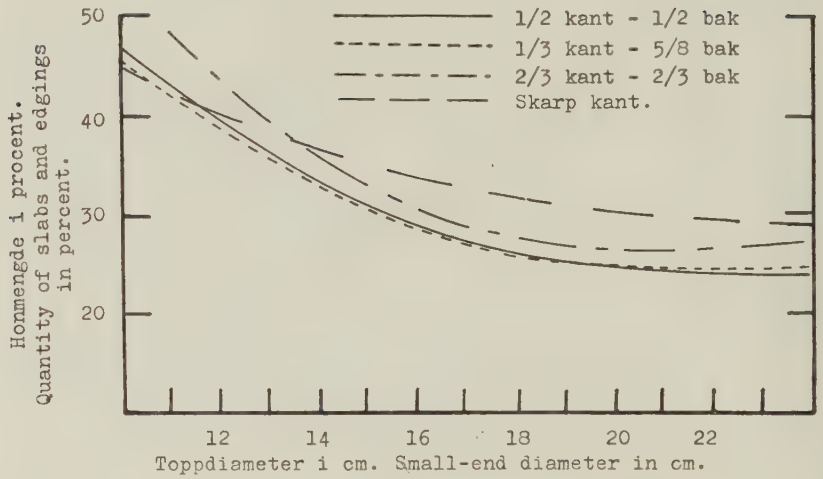



Fig. 5. Hon.
*Slabs and edgings.*

trinnet og til ca. 45 % for 10 cm-trinnet, for 1/3 kant — 5/8 bak og 1/2 kant — 1/2 bak. På samme måte som for sagflismengden vil variasjonene i honmengde ha betydning når man skal regne med lønnsomheten ved skur av forskjellige dimensjoner.

Nå viser både sagflismengde og honmengde den absolutte størrelse i forhold til stokkens kubikk med bark da de er regnet ut etter vektmålinger, mens det derimot i skurutbytte inngår en del luft, fordi dette er regnet ut etter standardtabell. Av denne grunn vil skurutbytteprosenten slått sammen med sagflis- og honprosenten gi verdier over 100.

## Sammendrag.

Formålet med dette forsøk har vært å klarlegge noen av de årsaker som bevirker variasjoner i skurutbyttet. Av disse kan nevnes årsaker som skyldes tømmeret, skurordre, maskineriet og sagmestrene.

Det som her er tatt opp til undersøkelse, er de årsaker som kan skyldes skurordre og tømmeret.

De spørsmål en anså særlig viktig å få belyst, var følgende:

1. Skurutbyttets variasjon med forskjellig skurordre.
2. Skurutbyttets variasjon med tømmerets dimensjon.
3. Skurutbyttets variasjon med tømmerets avsmalning.

Følgende skurordre ble valgt:

a. Vanlig Østlandsskur, 1/3 kant — 5/8 bak til IV. sort.
b. 1/2 kant — 1/2 bak (spesialskur 2) til IV. sort.
c. 2/3 kant — 2/3 bak (spesialskur 3) til IV. sort.
d. Skarp kant (spesialskur 1).

## *Skurutbyttet i forhold til midtmålt kubikk.*

Fig. 1 og tabell 2 viser at skurutbyttet for alle skurordrer øker ca. 21 % fra små til store dimensjoner, og at bedre kant gir lavere utbytte. Skurordrene 1/2 kant — 1/2 bak og 1/3 kant — 5/8 bak gir praktisk talt det samme skurutbytte.

Da prisen på 1/2 kant — 1/2 bak er 5 % høyere enn 1/3 kant — 5/8 bak, skulle det være en fordel å skjære 1/2 kant — 1/2 bak sammenlignet med 1/3 kant — 5/8 bak.

Det går fram av kurvene at skurutbyttet har tendens til å gå nedover igjen fra 25 cm til 30 cm toppdiameter. Dette er sannsynligvis en følge av at plankene blir skåret skarpere når dimensjonene blir såvidt store.

Det framgår av tabell 1 at når avsmalningen på tømmeret øker med 1 cm pr. løpende meter, vil skurtubyttet synke med 3,5 % når det gjelder 2/3 kant — 2/3 bak, og med 5,8 % når det gjelder 1/3 kant — 5/8 bak. Alle prosenter er da regnet ut i forhold til tømmerets midtmålte kubikk.

Skurutbytteprosenten for midtmålt kubikk er videre regnet ut for toppdiametre fra 10 til 30 cm for 3 avsmalninger, nemlig 0,6, 1,0 og 1,4 cm pr. l. m. Prosentene er satt opp i tabell 2 og vist i fig. 2 for 1/2 kant — 1/2 bak. Denne tabell viser at med stigende toppdiameter øker utbyttet, og med økende avsmalning synker utbyttet.

## *Skurutbyttet i forhold til den kubikk som toppmålstabellen forutsetter.*

Toppmålstabellen for gran er regnet ut etter en avsmalning på 1 cm pr. løpende meter, og tømmeret måles i toppen. Kjøper en tømmer etter denne tabell med sterkere avsmalning enn 1 cm pr. løpende meter, får en i virkeligheten mer kubikk enn toppmålstabellen forutsetter.

Hvordan dette virker på skurutbyttet, sees av fig. 3 og tabell 4. I fig. 3 er tegnet inn kurvene for ½ kant — ½ bak. Den dårligste avsmalning gir her det høyeste skurutbytte, noe en måtte vente. Kurvene ligger altså her omvendt i forhold til kurvene på fig. 2, som viser skurutbyttet i forhold til midtmålt kubikk for skurordre ½ kant — ½ bak.

Av tabell 3 framgår det at her gir en forandring i avsmalningen på 1 cm pr. løpende meter en forandring i skurutbyttet på ca. 13 % for alle skurordrer, unntatt for skarp kant som gir ca. 9 % forskjell i skurutbytte.

I tabell 4 er skurutbyttet regnet ut for toppdiametre fra 10 til 30 cm for avsmalningene 0,6, 1,0 og 1,4 cm pr. løpende meter. Vi ser her at utbyttet for alle skurordrer stiger med stigende dimensjon og med økende avsmalning, og synker med stigende krav til kant- og bakbestemmelser (sammenlign med tabell 2).

Den underkubering som toppmålstabellen gir for avsmalninger over 1 cm pr. løpende meter, vil selvfølgelig, særlig for de største avsmalninger, gi høye skurutbytteprosenter.

Mens skurutbyttet stiger med stigende avsmalning, må en forutsette at kvaliteten går ned på grunn av økende kvistmengde. Spørsmålet er da hvor meget nedgangen i kvalitet vil bidra til å redusere verdien av det store utbytte for de større avsmalninger. I senere forsøk vil bl. a. dette spørsmål bli behandlet.

## *Sagflis og hon.*

Av tabell 5 og fig. 4 sees at sagflismengden stiger med skarpere kant, og synker med stigende dimensjon. Sagflisprosenten varierer fra 13,3 til 7,8 %.

Fig. 5 viser honmengden for de 4 skurordrer. ½ kant — ½ bak og ⅓ kant — ⅝ bak gir meget nær de samme verdier og de laveste honmengder.

Honmengden for ⅔ kant — ⅔ bak ligger en del høyere, og skarp kant høyest når en unntar den uregelmessighet som viser seg for de minste dimensjoners vedkommende.

Honmengden varierer helt fra ca. 24 % for 24 cm trinnet og til ca. 45 % for 10 cm-trinnet for ⅓ kant — ⅝ bak og ½ kant — ½ bak.

Det lave utbytte og den store avfallsprosent som tømmer av små dimensjoner gir for alle skurordrer og avsmalninger, gjør at dette tøm-

mer er meget uøkonomisk å skjære i forhold til tømmer av middels- og større dimensjoner. Dette bekreftes også av amerikanske og kanadiske undersøkelser som viser at skuromkostningene pr. time for samme kvantum skåret last er henimot det dobbelte for dimensjoner omkring 13 cm toppdiameter som for dimensjonene 20—25 cm.

Selve skurutbyttet ved denne prøveskur var vesentlig større enn man i alminnelighet oppnår i praksis. Velger en skur med ½ kant — ½ bak og med avsmalning 1 cm pr. løpende meter er utbytteprosentene for 10 cm toppdiameter for toppmålt tømmer 56,2 % og for 30 cm 76,7 %. (Se tabell 4.) Forbruket av tømmer blir etter dette henholdsvis ca. 8,2 $m^3$ og 6,1 $m^3$ pr. stdr. trelast.

## Lumber recovery from a modern circular saw.

It is the purpose of this experiment to identify some of the causes for variations in lumber recovery from a modern circular saw. Among these, mention should be made of factors attributable to the sawlogs, sawn grade, the machinery, and the sawmill managers.

In this investigation those factors are considered which may be ascribed to the sawn grade and the sawlogs.

It was deemed particularly important to clarify the following problems:

1. The variation of lumber recovery as related to the manufacture of various sawn rules.
2. The variation of lumber recovery as related to log dimension.
3. The variation of lumber recovery as related to the tapering of the logs.

The following sawn rules were manufactured (see Fig.6):

a. 1/3 edge — 5/8 back (ordinarily used in Eastern Norway), 4th grade.
b. 1/2 edge — 1/2 back (special lumber 2), 4th grade.
c. 2/3 edge — 2/3 back (special lumber 3), 4th grade.
d. Full size (special lumber 1).

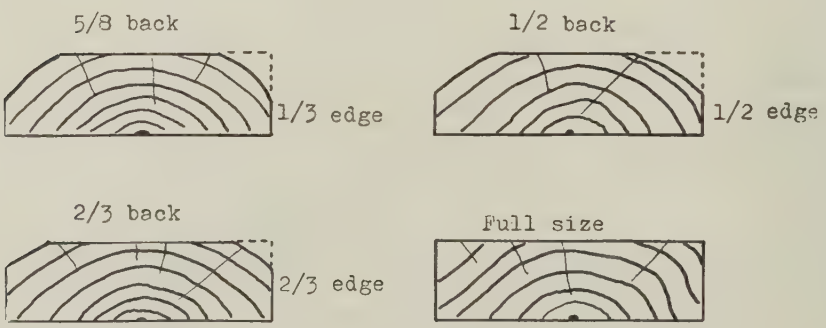



*Fig.. 6. Illustrating the various sawn rules referred to in this work.*

### *Relationship of lumber recovery to the cubic volume based upon medially measured diameter.*

Fig. 1 and Table 2 show that lumber recovery for all sawn rules increases by approximately 21 % from small to large dimensions, and that fuller size gives lower output. The sawn rules ½ edge — ½ back and ⅓ edge — ⅝ back give practically the same lumber recovery.

As the price of ½ edge — ½ back is 5 % higher than of ⅓ edge — ⅝ back, it would seem more profitable to cut the first mentioned rule out of these two.

It appears from the curves that lumber recovery shows a decreasing tendency from 25 to 30 cm. Presumably this is because the lumber is sawn fuller when the log dimensions become this large.

It is seen in Table 1 that when the tapering of the sawlogs increases by 1 cm per linear meter, a reduction is caused in the lumber recovery which is 3,5 % for the rule ⅔ edge — ⅔ back, and 5,8 % for the rule ⅓ edge — ⅝ back. All percentages have been computed in relation to the cubic volume, calculated from medially measured diameters.

The lumber recovery percentage for the cubic volume based upon medially measured diameters has also been figured out for 10—30 cm small-end diameters for three different taperings, viz. 0,6, 1,0, and 1,4 cm per linear meter. In Table 2 the percentages are arranged, Fig. 2 illustrating the rule ½ edge — ½ back. This table demonstrates how the recovery increases with increasing small-end diameter, and decreases with increasing tapering.

### *Relationship of lumber recovery to the cubic volume assumed by the small-end measurement table.*

The calculation of the small-end measurement table for Norway spruce *(Picea excelsa)* is based upon a tapering of 1 cm per linear meter, the sawlog being measured at the small end. If this table is followed when buying lumber of larger taperings than 1 cm per linear meter, actually a bigger volume than assumed in the small-end measurement table, is acquired.

The effect of this condition upon lumber recovery is illustrated in Fig. 3 and Table 4. In Fig. 3 the curves for ½ edge — ½ back are plotted. As may be expected, the larger taperings here give the

highest lumber recovery. Hence the curves in Fig. 3 are the reverse of those in Fig. 2, which show recovery as related to the medially measured cubic volume for the sawn rule ½ edge — ½ back.

It appears from Table 3 that a change in the tapering of 1 cm per linear meter causes a change in the lumber recovery of approximately 13 % for all sawn rules, except for full size where the difference is approximately 9 %.

Table 4 gives a calculation of the lumber recovery for 10—30 cm small-end diameters for the taperings 0,6, 1,0, and 1,4 cm per linear meter. It is seen from this table that the recovery for all sawn rules rises with increasing dimension and with increasing tapering, and drops with more stringent rules toward fuller sizes. (Cf. Table 2.)

It is obvious that particurlarly for the larger taperings, high lumber recovery percentages will result from the under-evaluation of the cubic volume which the small-end measurement table gives for taperings larger than 1 cm per linear meter.

While lumber recovery increases with increasing tapering, the quality is presumably lowered due to the growing amount of knots, the question then being how far the value of the increased output for the larger taperings will be reduced by the lowered quality. This is one of the questions which will be taken up in later experiments.

### *Sawdust, slabs and edgings.*

It is seen from Table 5 and Fig. 4 that the amount of sawdust increases with fuller size and decreases with growing dimension. The sawdust percentage varies from 13,3 to 7,8 %.

Fig. 5 shows the amount of slabs and edgings for the 4 sawn rules. The values are very nearly the same, and the amounts of slabs and edgings lowest for the rules ½ edge — ½ back and ⅓ edge — ⅝ back.

The amount of slabs and edgings is somewhat higher for ⅔ edge — ⅔ back, and highest for full size, when disregarding the irregularities occurring for the smallest dimensions.

The amount of slabs and edgings varies from a low of approximately 24 % for 24 cm small-end diameter to approximately 45 % for 10 cm small-end diameter for the rules ⅓ edge — ⅝ back and ½ edge — ½ back.

The low recovery and large percentage of waste produced by small-diameter logs for all sawn rules and all taperings, mean that the sawing

of such logs is very uneconomical as compared with medium or large-diameter logs. This is also corroborated by investigations from U. S. A. and Canada, showing that the manufacturing cost per hour for epual quantities of sawn lumber is for appr. 13 cm small-end diameter almost twice the cost of the 20—25 cm diameters.

The actual lumber recovery of this test run was considerably larger than that wich is ordinarily obtained from normal mill procedure. For example when manufacturing lumber of rule ½ edge — ½ back, of a tapering of 1 cm per linear meter, the recovery percentage was 56,2 % for small-end measured logs of 10 cm diameter, and 76,7 % for 30 cm diameter. See Table 4. Hence the log consumption was approximately 8,2 $m^3$ and 6,1 $m^3$ per stdr. lumber.

## Litteraturfortegnelse.

*Bell, C. E.:* The Effect of Log Diameter on Lumber Recovery and of Lumber Manufacture in Eastern Canada. Forest Products Laboratories, Ottawa 1948.

*Cobb, B. C. og Darwin W. C.:* Effect of Log Size and Grade on Production Rate and Lumber Grade in Shortleaf Pine. Tennesse Valley Authority Division of Forestry Relations, Forestry Investigations Branch, 1949.

*Kinnman, Gunno:* Omkostnader och utbyte vid sågning. Skogsvårdsföreningens Tidsskrift, s. 61, 1922, Stockholm.

*Lundberg, Gustav:* Förädlingsomkostnaderna vid sågverksdrift. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidsskrift, 1921, Stockholm.

*Nilsen, Jonas og Sleppen, Johan:* Prøveskur. Materialutbytte av furu. Meddelelse nr. 24 fra Vestlandets Forstlige Forsøksstasjon, Bergen 1940.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

ELIAS MORK

# Planteforsøk med gran (Picea abies) til forskjellige tider i vegetasjonsperioden.

*Planting experiments with Norway spruce (Picea abies) at different times during the growing season.*

# Innhold.


Side

Forsøkenes oppgave og planlegging ..... 35
Planteforsøk utført i Selvik Bruk ..... 37
—»— i Fritzøe Verk ..... 42
—»— i Bjørnholtet, Fremming skog, Eidsvoll ..... 46
—»— i Landbrukshøgskolens skog, Ås ..... 50
—»— ved Gulltvedt skog, Ås ..... 52
—»— i Sætre Bruk, Hurum ..... 56
—»— i Fiskum skog, Harran ..... 61
Statistisk behandling av materialet ..... 64
Diskusjon ..... 72
Konklusjoner ..... 73
*Planting experiments with Norway spruce (Picea abies) at different times during the growing season* ..... 74
Litteraturfortegnelse ..... 77

## Forsøkenes oppgave og planlegging.

I vårt land planter en nå ca. 21 000 000 gran hvert år. Regner en at en mann planter 300 planter pr. dag, vil det bli 70 000 dagsverk som går med til bare plantearbeidet. Forutsetter en at dette skal gjøres i løpet av 20 dager om våren, behøver en en arbeidsstyrke på ca. 3500 mann.

Våren er en travel tid og det er ofte vanskelig å få folk til å plante, da arbeidsfolkene som regel er opptatt med en rekke andre gjøremål som må utføres i denne perioden både i skogen og på gardsbrukene. Det er derfor viktig å undersøke hvordan mulighetene for å plante til andre tider er.

En har som regel ment at den beste plantetid for gran er om våren og helst så tidlig som mulig for å utnytte jordbunnsfuktigheten etter snøsmeltingen.

Nå er det en del distrikter som ligger slik til at våren kommer tidligere enn der planteskolen ligger. En kan ikke få planter før den beste plantetiden om våren er forbi. Det har derfor meget stor interesse å skaffe en oversikt over hvordan planteavgangen er ved de forskjellige plantetider fra vår til høst.

Våren 1939 begynte Det norske Skogforsøksvesen slike plantetidsforsøk og nå mener vi at materialet er så stort at det kan gi ganske verdifulle opplysninger om dette emne, i hvert fall for Østlandets vedkommende.

Problemstillingen ved disse forsøk var:

1. Kan en med tilfredsstillende resultat plante gran på Østlandet og i Trøndelag hele vegetasjonsperioden.
2. Hvilken tid i vegetasjonsperioden kan en under normale klima- og jordbunnsforhold vente å oppnå det beste planteresultat?

Tabell 1.

Oversiktstabell over de utførte planteforsøk.

*Synoptic table of planting experiments carried out.*

| Skogens navn *Name of the forest* | Herred *Township* | Fylke *County* | H.o.h. m *E.a.s.l. m* | Forsøk utført år *Experiment carried out year* |
|---|---|---|---|---|
| 1. Selvik Bruk | Skoger | Buskerud | 150 | 1938, 1939 |
| 2. Fritzøe Verk | Brunlanes | Vestfold | 50 | 1939, 1941, 1942 |
| 3. Bjørnholtet, Fremming skog | Eidsvoll | Akershus | 180 | 1941, 1942 |
| 4. Landbrukshøgskolens skog | Ås | Akershus | 100 | 1943 |
| 5. Gultvedt skog | Ås | Akershus | 100 | 1944, 1945 |
| 6. Sætre Bruk | Hurum | Buskerud | 50 | 1946, 1947 |
| 7. Fiskum skog | Harran | Nord-Trøndelag | 120 | 1939, 1940, 1941 |

Det framgår av tabell 1 at vi har materiale fra 10 forskjellige år her på Østlandet i perioden 1938 til 1947 og fra 2 forskjellige år fra Nord-Trøndelag.

Plantetidsforsøk kan en få resultater av innen forholdsvis kort tid. En kan regne med at det som går ut senere enn 2 år etter utplantingen i vesentlig grad skyldes andre ting enn plantetiden. Jeg vil derfor i det følgende legge revisjonen etter to vegetasjonsperioder som grunnlag for denne vurdering.

Det som er plantet før 16. august regnes i det følgende for å ha overlevd en vegetasjonsperiode etter plantingen om høsten samme år, da planterøttene etter en så tidlig utplanting vil vokse så meget at plantene rotfester seg før vinteren kommer. Er det plantet senere enn 16. august derimot blir rotutviklingen før vinteren oftest så ufullstendig at den er av mindre betydning for plantenes vekst den påfølgende sommer.

Det som f. eks. er plantet før 16. august 1938 blir å regne for 2-årig planting høsten 1939, mens det som er plantet etter denne dato 1938 blir regnet for 2-årige planter høsten 1940.

Den planteavgang som finner sted etter at plantene har overlevd 2 vegetasjonsperioder antar jeg skyldes mer andre ting, f. eks. skader av ugrasvegetasjonen o. l. enn selve plantetiden.

I et plantetidsforsøk må en søke å hindre slike skader og vi har alltid ryddet disse plantefelter for ugras, men det er i mange tilfelle vanskelig å utføre en så effektiv ugrasrydding at slike skader helt blir eliminert.

En av de faktorer som har mest å bety for resultatet etter en planting er nedbørsforholdene og jordbunnsfuktigheten. En bartreplante som er tatt opp i en planteskole som 4-årig omskolet, mister en stor del av de fineste sugerøttene. Forholdet mellom krone og rot blir unormalt og plantene vil alltid sture litt etter en slik utplanting. Er det rikelig jordbunnsfuktighet og plantene dessuten ikke utsettes for sterkt solskinn, kan denne stureperiode bli ganske kort, og en kan ofte legge merke til at planter som settes ut på næringsrik, fuktig jord sturer meget lite når de får stå i skyggen av ugraset første sommer. Men vissent ugras som ligger over plantene må selvfølgelig fjernes før snøen kommer om høsten.

## *Planteforsøk utført i Selvik Bruk.*

Ved offentliggjørelse av plantetidsforsøk er det som en vil forstå meget viktig å sammenholde resultatene med nedbøren etter utplantingen. I tabell 2 er normalnedbøren for de nedbørstasjoner som ligger nærmest inntil forsøksfeltene ført opp, da nedbøren etter de respektive plantetider må sammenlignes med normalnedbøren på stedet. Det er ikke bare den totale nedbørsmengde i måneden som har innflytelse på planteresultatet. Nedbørens fordeling har også innflytelse. I nedbørtabellene har jeg derfor satt opp datoen for de dager det har vært målbar nedbør, samt nedbørperiodens lengde og antall mm nedbør i løpet av denne periode. (Tallene avrundet til hele mm.) Av disse tabeller kan en også slutte hvor mange og hvor lange nedbørsfrie perioder en har hatt i måneden.

Tabell 2.

Normal nedbør mm.

*Normal precipitation mm.*

| Stasjon *Station* | H.o.h. m *E.a.s.l. m* | Mai *May* | Juni *June* | Juli *July* | August *August* | Septbr. *Septbr.* | Oktbr. *Octbr.* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brandposten (Drammen) | 61 | 53 | 52 | 79 | 96 | 72 | 87 |
| Larvik | 18 | 57 | 71 | 103 | 112 | 129 | 110 |
| Eidsvoll | 180 | 55 | 49 | 88 | 100 | 67 | 80 |
| Ås | 97 | 53 | 50 | 83 | 105 | 73 | 86 |
| Fiskum | 81 | 48 | 56 | 84 | 99 | 105 | 101 |

Tabell 3.

Nedbør.
*Precipitation.*
Drammen.

| År *Year* | Måned *Month* | Dato *Date* | Antall døgn med nedbør *Number of days with precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* |
|---|---|---|---|---|
| 1938 | Mai *May* | 7 | 1 | 2 |
| | | 10 | 1 | 10 |
| | | 13 | 1 | 1 |
| | | 17 | 1 | 1 |
| | | 25—26 | 2 | 4 |
| | | 30—31 | 2 | 18 |
| | Σ | | 8 | 36 |
| | Juni *June* | 1— 9 | 9 | 31 |
| | | 12 | 1 | 1 |
| | | 15 | 1 | 1 |
| | | 20 | 1 | 1 |
| | | 25—30 | 5 | 27 |
| | Σ | | 17 | 61 |
| | Juli *July* | 2 | 1 | 1 |
| | | 6— 7 | 2 | 11 |
| | | 9—12 | 4 | 32 |
| | | 14 | 1 | 3 |
| | | 18 | 1 | 3 |
| | | 20 | 1 | 2 |
| | | 24—28 | 5 | 44 |
| | Σ | | 15 | 96 |
| | August *August* | 16—17 | 2 | 10 |
| | | 19 | 1 | 1 |
| | | 26—31 | 6 | 29 |
| | Σ | | 9 | 40 |
| | September *September* | 1 | 1 | 14 |
| | | 3— 5 | 3 | 14 |
| | | 7 | 1 | 1 |
| | | 11 | 1 | 2 |
| | | 16 | 1 | 1 |
| | | 18—22 | 5 | 62 |
| | | 24 | 1 | 3 |
| | | 29 | 1 | 1 |
| | Σ | | 14 | 98 |
| | Oktober *October* | 3— 6 | 4 | 42 |
| | | 8 | 1 | 11 |
| | | 10 | 1 | 16 |
| | | 13—15 | 3 | 10 |
| | | 17—18 | 2 | 7 |
| | | 24 | 1 | 1 |
| | | 27—28 | 2 | 10 |
| | | 30—31 | 2 | 8 |
| | Σ | | 16 | 105 |
| 1939 | Mai *May* | 1 | 1 | 1 |
| | | 19—21 | 3 | 25 |
| | | 27 | 1 | 5 |
| | Σ | | 5 | 31 |
| | Juni *June* | 10—14 | 5 | 8 |
| | | 18—22 | 5 | 68 |
| | | 24—30 | 7 | 20 |
| | Σ | | 17 | 96 |
| | Juli *July* | 2— 3 | 2 | 31 |
| | | 8—12 | 5 | 30 |
| | | 14 | 1 | 4 |
| | | 17—25 | 9 | 125 |
| | | 30 | 1 | 8 |
| | Σ | | 18 | 197 |
| | August *August* | 2 | 1 | 1 |
| | | 7— 8 | 2 | 21 |
| | | 11—12 | 2 | 18 |
| | | 23 | 1 | 14 |
| | | 27—30 | 4 | 66 |
| | Σ | | 10 | 120 |
| | September *September* | 9 | 1 | 3 |
| | | 11 | 1 | 3 |
| | | 14—15 | 2 | 8 |
| | | 22 | 1 | 1 |
| | | 24 | 1 | 1 |
| | Σ | | 6 | 16 |
| | Oktober *October* | 7— 9 | 3 | 3 |
| | | 13—16 | 4 | 33 |
| | Σ | | 7 | 36 |

Tabell 4.

Resultater av planteforsøk.
*Results of planting experiments.*
Selvik Bruk, Skoger.

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | | | | Plantehøyde cm *Height of seedlings cm* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| År *Year* | Dato *Date* | Måned *Month* | Antall planter *Number of seedlings* | Første høst *The first autumn* | Annen høst *The second autumn* | Tredje høst *The third autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* |
| 1938 | 20 | Mai *May* | 525 | 95 | 86 | 83 | 76 | 56 |
| | 20 | Juni *June* | 517 | 88 | 82 | 78 | 75 | 53 |
| | 18 | Juli *July* | 539 | 99 | 81 | 77 | 73 | 44 |
| | 17 | August *August* | 450 | 100 | 94 | 88 | 77 | 40 |
| | 15 | September *September* | 508 | 100 | 80 | 74 | 46 | 37 |
| | 15 | Oktober *October* | 496 | 100 | 71 | 66 | 47 | 40 |
| 1939 | 15 | Mai *May* | 450 | 98 | 89 | 58 | 53 | 46 |
| | 15 | Juni *June* | 446 | 100 | 95 | 60 | 57 | 43 |
| | 15 | Juli *July* | 437 | 100 | 94 | 76 | 75 | 42 |
| | 15 | August *August* | 469 | 100 | 93 | 63 | 63 | 34 |
| | 14 | September *September* | 440 | 100 | 90 | 41 | 39 | 33 |
| | 15 | Oktober *October* | 483 | 100 | 86 | 52 | 51 | 32 |

I figurene som for det første viser prosent levende planter første, annen, tredje og fjerde høst, er det også en grafisk framstilling av nedbøren etter plantingen. De sorte feltene på figurene viser den midlere nedbørmengde i nedbørperioden og nedbørperiodens lengde finnes i nedbørtabellen.

Eks. I fig. 1 ser en at den første planting i Selvik Bruk er utført 20. mai 1938. Av tabell 2 framgår det at den første nedbørperiode som varte i 2 dager kom 25. mai og den totale nedbørmengde er 4 mm,

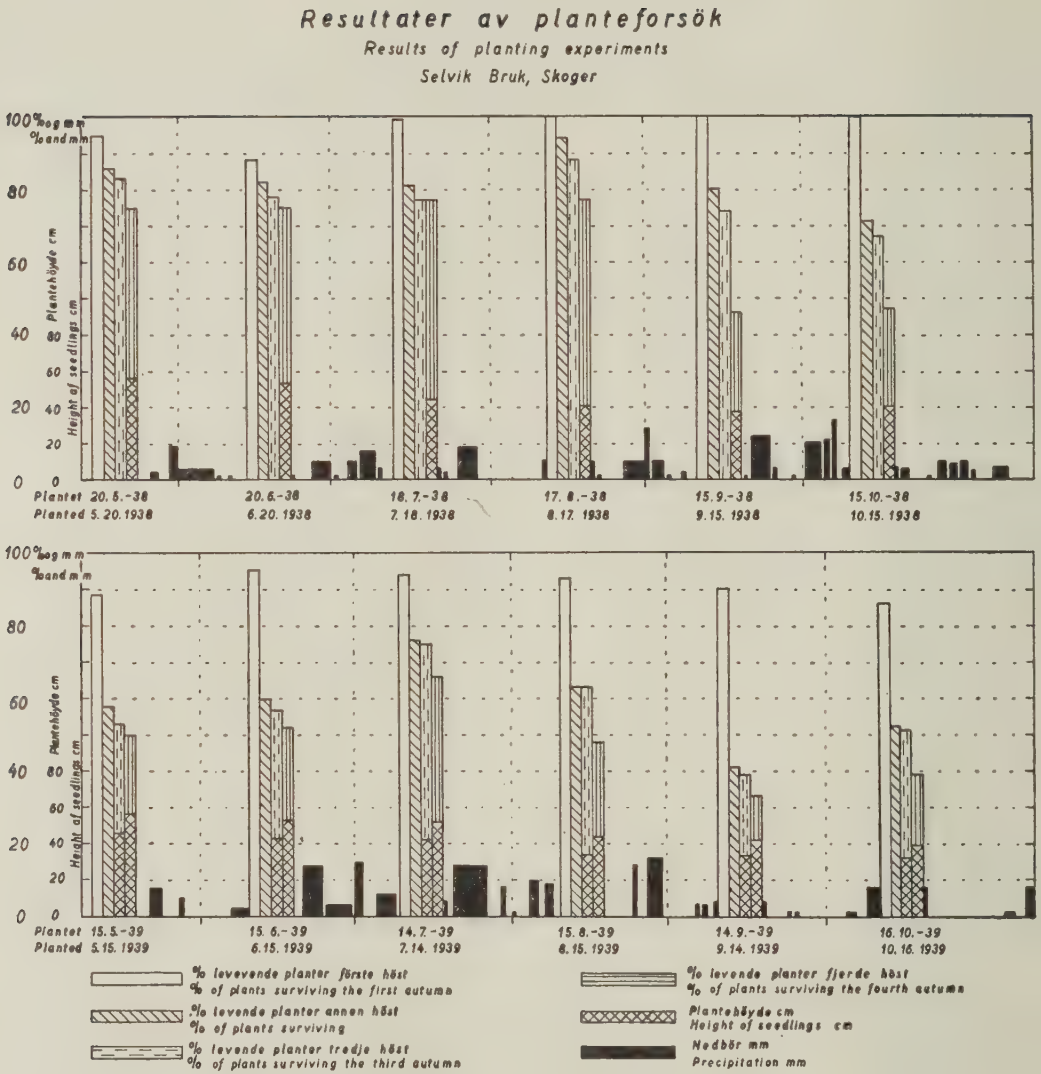



Fig. 1.

mens middelnedbøren for disse 2 døgn som er avsatt på fig 1 er 2 mm. Nedbørperiodens lengde er også avsatt i riktig forhold på figurene, slik at en får en god oversikt over nedbørsforholdene bare ved å studere figurene.

På de fleste figurene er også plantenes middelhøyde tredje og fjerde revisjonsår avsatt.

Når en skal utføre plantetidsforsøk, er det meget viktig at en bruker så likt plantemateriale i alle serier som mulig. En 5-årig plante setter større krav til planteutførelsen og jordbunnsfuktigheten enn en 4-årig. Hvis en til et plantetidsforsøk reserverer et område i en planteskole av 2/2 gran der det fins et tilstrekkelig antall planter til alle serier i løpet av sommeren, vil en for de første planteseriers vedkommende bruke 2/2-planter. Når en kommer ut i begynnelsen av juli har disse planter oppnådd en størrelse som svarer til 2/3-planter. Til disse plantetidsforsøk har vi på Østlandet derfor valgt å plante av årets 2/2-planter til og med 1. juli. Til de planteserier som er utført senere har vi hatt en yngre årgang. For Trøndelagen passer det best å skifte over til en yngre årgang 2 uker senere. Dette må en huske på når en sammenligner middelhøydene for de ulike plantetider. De som er plantet på ettersommeren og høsten er altså et år yngre.

Plantene som ble brukt til plantetidsforsøkene i Selvik Bruk ble sendt fra Hokksund planteskole for hver gang, og det gikk som regel 4 dager fra plantene ble tatt opp og til de var utplantet på feltet. Skogtypen der forsøksfeltene ligger tilhører gras- og urterik mark. Plantingen ble utført under ledelse av skogbestyrer Bjørnsgård.

Når en betrakter revisjonsresultatene fra plantingen sommeren 1938, synes augustplantingen å ha gitt det beste resultat. Septemberplantingen er noe dårligere og oktoberplantingen er dårligst. En ser av fig. 1 at det har vært rikelig nedbør etter septemberplantingen, så mangel på fuktighet skulle i hvert fall ikke være noen årsak til det dårlige resultat. Men ellers må en si at resultatene av planteforsøkene i 1938 er meget tilfredsstillende da prosent levende planter annen høst ligger over 80 % for det som er plantet før 18. august.

Resultatene av planteforsøkene som ble utført sommeren 1939 er betydelig dårligere og det beste resultatet har en fått for det som er plantet 14. juli. Det har vært rikelig nedbør like etter plantingen da der i dagene 17.—25. har falt 125 mm (jfr. tabell 2). En ser av fig. 1 at det er et visst forhold mellom nedbørsmengde etter planting og prosent levende planter.

Når resultatet er så meget dårligere for 1939 skyldes det i vesentlig grad at arealet var mer fuktig og ugunstig med en kolossal vegetasjon av ugras- og stubbeskudd fra lauvtrær. Planteavgangen er nesten overalt størst mellom første og annen revisjon. Plantenes middelhøyde etter 4. vegetasjonsperiode ligger på ca. 57 cm.

## *Planteforsøk utført i Fritzøe Verk.*

Plantematerialet som ble brukt i Fritzøe Verk sommeren 1939 var fra Hokksund planteskole. Det som ble satt ut i 1941 var fra Sønsterud planteskole. Plantingen ble ledet av skogbestyrer Hans Austeen.

Som det framgår av fig. 2 og tabell 6 er resultatene av plantetidsforsøket som ble utført i Fritzøe Verk sommeren 1939 meget dårlige.

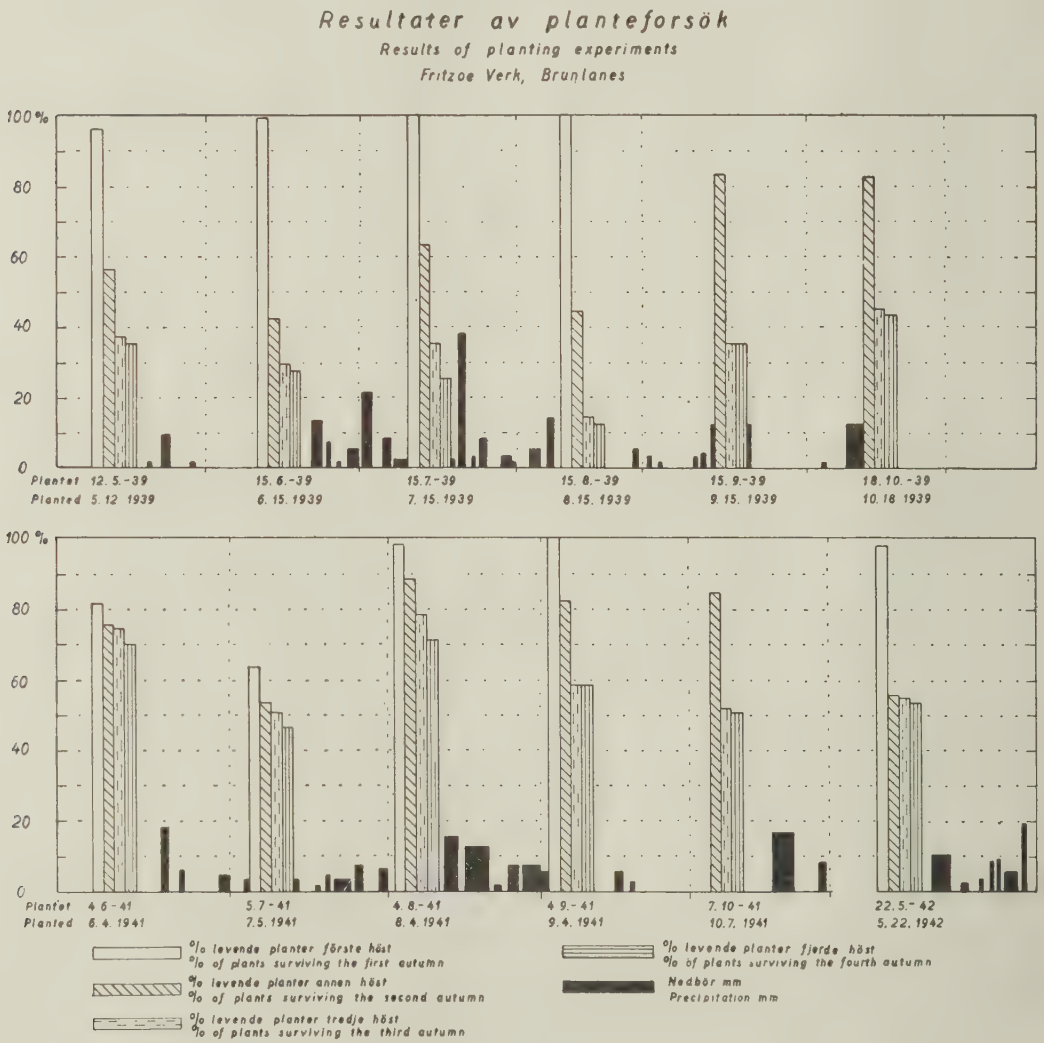



Fig. 2.

Tabell 5.

Nedbør.
*Precipitation.*
Sandar.

| År *Year* | Måned *Month* | Dato *Date* | Antall døgn med nedbør *Number of days with precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* |
|---|---|---|---|---|
| 1939 | Mai *May* | 1 | 1 | 1 |
| | | 15 | 1 | 1 |
| | | 19—20 | 2 | 18 |
| | | 27 | 1 | 1 |
| | Σ | | 5 | 21 |
| | Juni *June* | 18—20 | 3 | 40 |
| | | 22 | 1 | 7 |
| | | 24—25 | 2 | 1 |
| | | 28—30 | 3 | 14 |
| | Σ | | 9 | 62 |
| | Juli *July* | 2— 4 | 3 | 64 |
| | | 8— 9 | 2 | 16 |
| | | 11—15 | 5 | 11 |
| | | 17—18 | 2 | 76 |
| | | 21 | 1 | 3 |
| | | 23—24 | 2 | 16 |
| | | 25—28 | 3 | 10 |
| | Σ | | 18 | 196 |
| | August *August* | 1 | 1 | 1 |
| | | 6— 8 | 3 | 15 |
| | | 11—12 | 2 | 27 |
| | | 23 | 1 | 5 |
| | | 27 | 1 | 3 |
| | | 30 | 1 | 1 |
| | Σ | | 9 | 52 |
| | September *September* | 9 | 1 | 3 |
| | | 11 | 1 | 4 |
| | | 14—15 | 2 | 24 |
| | Σ | | 4 | 31 |
| | Oktober *October* | 7 | 1 | 1 |
| | | 13—17 | 5 | 63 |
| | Σ | | 6 | 64 |
| 1941 | Mai *May* | 17 | 1 | 1 |
| | | 24—27 | 4 | 16 |
| | Σ | | 5 | 17 |
| | Juni *June* | 11—12 | 2 | 35 |
| | | 16 | 1 | 6 |
| | | 27—29 | 3 | 11 |
| | Σ | | 6 | 52 |
| | Juli *July* | 4— 6 | 3 | 8 |
| | | 12 | 1 | 1 |
| | | 15 | 1 | 4 |
| | | 17—21 | 5 | 13 |
| | | 23—24 | 2 | 14 |
| | | 30—31 | 2 | 12 |
| | Σ | | 14 | 52 |
| | August *August* | 5— 8 | 4 | 59 |
| | | 11—17 | 7 | 82 |
| | | 19—20 | 2 | 2 |
| | | 23—25 | 3 | 20 |
| | | 27—31 | 5 | 35 |
| | Σ | | 21 | 198 |
| | September *September* | 1— 3 | 3 | 15 |
| | | 10—11 | 2 | 9 |
| | | 14 | 1 | 2 |
| | Σ | | 6 | 26 |
| | Oktober *October* | 15—20 | 6 | 94 |
| | | 28—29 | 2 | 16 |
| | Σ | | 8 | 110 |
| 1942 | Mai *May* | 6— 8 | 3 | 7 |
| | | 19—20 | 2 | 35 |
| | | 25—29 | 5 | 49 |
| | Σ | | 10 | 91 |
| | Juni *June* | 2— 3 | 2 | 5 |
| | | 7 | 1 | 3 |
| | | 10 | 1 | 8 |
| | | 12 | 1 | 9 |
| | | 14—17 | 4 | 21 |
| | | 19 | 1 | 19 |
| | | 24—27 | 4 | 11 |
| | | 29 | 1 | 3 |
| | Σ | | 15 | 79 |

Tabell 6.

Resultater av planteforsøk.
*Results of planting experiments.*
Fritzøe Verk, Brunlanes.

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| År *Year* | Dato *Date* | Måned *Month* | Antall planter *Number of seedlings* | Første høst *The first autumn* | Annen høst *The second autumn* | Tredje høst *The third autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* |
| 1939 | 12 | Mai *May* | 516 | 96 | 56 | 37 | 35 |
| | 15 | Juni *June* | 479 | 99 | 42 | 29 | 27 |
| | 15 | Juli *July* | 515 | 100 | 63 | 26 | 25 |
| | 15 | August *August* | 515 | 100 | 44 | 14 | 12 |
| | 15 | September *September* | 489 | 83 | 83 | 35 | 35 |
| | 18 | Oktober *October* | 522 | 82 | 82 | 40 | 40 |
| 1941 | 4 | Juni *June* | 483 | 81 | 75 | 74 | 70 |
| | 5 | Juli *July* | 511 | 63 | 53 | 50 | 46 |
| | 4 | August *August* | 510 | 98 | 88 | 78 | 71 |
| | 4 | September *September* | 456 | 100 | 82 | 58 | 58 |
| | 7 | Oktober *October* | 453 | 100 | 84 | 51 | 50 |
| 1942 | 22 | Mai *May* | 467 | 97 | 55 | 54 | 54 |

Feltet ligger i Strandsrønningen, Kjose, og jordbunnen består i vesentlig grad av grovkornet forvitringsjord av syenitt. Denne jordart tørker meget lett ut. Dertil kommer at feltet lå i en sydvendt skråning. Bestandet der flaten ble lagt ble snauhogd vinteren 1938—39. Det var en gammel planting av tysk furu, som var meget stygg. Før vi plantet ble alle stubber barket, da vi ville gardere oss mot snutebillen. Men det viste seg at vi allikevel fikk et ualminnelig sterkt angrep av denne.

Allerede første høstrevisjon, som ble utført 14. september, var et stort antall planter angrepet, men det var nesten ingen døde planter. Høsten 1940 derimot var det bare 56 % levende planter av det som var plantet 12. mai 1939, og ca. 42 % levende av det som var plantet 15. juni. Noe bedre resultat er det for juliplantingen der det var ca. 63 % av plantene som levde annen høst etter plantingen. Augustplantingen er noe dårligere, og september- og oktoberplantingen er noe bedre høsten 1940, men stort sett synes det å være liten forskjell på resultatene for de forskjellige plantetider når en sammenligner resultatene etter annen høst for det som er plantet før 16. august, og etter tredje høst for det som er plantet etter 16. august (jfr. side 36).

Den nærmeste nedbørstasjon er Sandar og nedbøren i Kjose er sikkert betydelig mindre, men selv om en regner med Sandars nedbørstall viser det seg at mai har vært en tørr måned, idet det kun var 21 mm nedbør i denne måned. I juni er nedbøren derimot temmelig normal og i juli er det stort overskudd og nedbøren er ganske jevnt fordelt i løpet av disse måneder.

Vegetasjonen på forsøksflaten i Strandsrønningen tilhørte en lågurttype og den var på ingen måte skadelig for granplantene. Ved revisjonen ble det notert at de planter som vokste under *Aupteris aquilina* sto penest og var minst angrepet av snutebillen. Dette tyder på at skygge av vegetasjonen er en fordel det første året etter plantingen. Men en må være merksam på at en på slike steder også som regel har en fuktigere jordbunn.

Plantetidsforsøkene i Fritzøe Verk ble fortsatt sommeren 1941 og resultatene framgår av fig. 2 og tabell 6. Denne forsøksflate ligger like ved siden av det forrige feltet og jordarten er den samme. Resultatene fra disse serier er betydelig bedre enn det som ble plantet sommeren 1939. Våren kom noe sent i 1941 og den første planting ble utført 4. juni. Som det framgår av tabell 4 er nedbøren i juni 52 mm. I juli er den også 52 mm, men i august når den opp i 198 mm.

Augustplantingen er overlegent den beste med 88 % levende planter etter to vegetasjonsperioder. Dernest er vårplantingen den som ligger best an med 75 % levende planter. Dårligst ligger oktoberplantingen der det er 50 % levende planter etter 2 vegetasjonsperioder.

For å få en sammenligning med høstplantingen 1941 ble det plantet en serie 22. mai 1942. Men som det framgår av fig. 2 er resultatet av denne vårplanting ubetydelig bedre enn oktoberplantingen året i forveien. Nedbørsforholdene etter utplantingen i 1942 må karakteriseres

som gunstige (jfr. tabell 5), men en har allikevel fått en stor avgang mellom første og annen vegetasjonsperiode. Dette skyldes i overveiende grad snutebilleangrep.

Det aller meste av planteavgangen i 1941 skyldes også snutebillen. Det ser ut som om snutebilleangrepene i første rekke kommer på tørre og varme steder. På slike steder vil plantene sture mer etter utplantingen og det er meget sannsynlig at snutebillen foretrekker planter som av en eller annen grunn er svekket. Kvaeutfloden blir mindre hos slike planter og det er sannsynlig at de av den grunn smaker bedre for billen. En kan således si at tørken til en viss grad er den primære årsak til snutebilleangrepene.

### *Planteforsøk utført i Bjørnholtet, Fremming skog, Eidsvoll.*

Plantene som ble brukt til plantetidsforsøkene i Fremming skog ble sendt fra Sønsterud planteskole for hver gang. Transporten fra Sønsterud til feltet tok som regel 4 døgn. Forsøksfeltet ligger på en nedlagt plass, Bjørnholtet, og plantingen ble således utført på tidligere dyrket mark.

Det framgår av tabell 7 og fig. 3 at nedbøren i juli måned 1941 bare er 36 mm. Septembernedbøren er enda mindre da den bare utgjør 24 mm. Resultatet av plantetidsforsøkene er allikevel meget gode for samtlige plantetider. Dårligst er resultatet for vårplantingen, men også her er det 88 % levende planter annen høst etter utplantingen. For det som er plantet 3. august, 3. september og 7. oktober er resultatet praktisk talt likt, idet avgangen de to første årene bare er 5 %. Planteavgangen er også meget liten de to følgende år. Dette beror i første rekke på at feltet har vært ryddet regelmessig for ugras, dessuten har det ikke vært noe angrep av snutebille.

Resultatet for plantetidsforsøkene i 1942 må også karakteriseres som meget gode. Men her har septemberplantingen gitt det dårligste resultat og vårplantingen det beste.

Nedbøren sommeren 1942 var omtrent normal og jevnt fordelt i løpet av sommeren. Årsaken til at høstplantingen har slått dårligere til i 1942 enn i 1941 kan skyldes overvintringsbetingelsene. Men også i denne høstplanting lever det over 70 % av plantene 2 år etter utplantingen, og det er ikke noe dårlig resultat.

Resultatene av plantingen i Bjørnholtet er noe av det aller beste

Tabell 7.

Nedbør.
*Precipitation.*
Eidsvoll.

| År *Year* | Måned *Month* | Dato *Date* | Antall døgn med nedbør *Number of days with precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* |
|---|---|---|---|---|
| 1941 | Mai *May* | 24—26 | 3 | 8 |
| | Σ | | 7 | 36 |
| | Juni *June* | 9 | 1 | 2 |
| | | 11—12 | 2 | 25 |
| | | 14—16 | 3 | 3 |
| | | 24 | 1 | 6 |
| | Juli *July* | 4— 6 | 3 | 42 |
| | | 13—14 | 2 | 24 |
| | | 16—18 | 3 | 27 |
| | | 20—24 | 5 | 8 |
| | | 30—31 | 2 | 3 |
| | Σ | | 15 | 104 |
| | August *August* | 5— 8 | 4 | 50 |
| | | 11—17 | 7 | 35 |
| | | 19—25 | 7 | 16 |
| | | 27—31 | 5 | 39 |
| | Σ | | 23 | 140 |
| | September *September* | 1 | 1 | 4 |
| | | 3 | 1 | 8 |
| | | 9—15 | 7 | 11 |
| | | 30 | 1 | 1 |
| | Σ | | 10 | 24 |
| | Oktober *October* | 6— 9 | 4 | 3 |
| | | 15—17 | 3 | 34 |
| | | 19—21 | 3 | 20 |
| | Σ | | 10 | 57 |
| 1942 | Mai *May* | 6— 7 | 2 | 4 |
| | | 18—20 | 3 | 33 |
| | | 26—29 | 4 | 23 |
| | Σ | | 9 | 60 |
| | Juni *June* | 1— 3 | 3 | 8 |
| | | 7—10 | 4 | 26 |
| | | 12 | 1 | 4 |
| | | 15—19 | 5 | 21 |
| | | 24—29 | 6 | 31 |
| | Σ | | 19 | 90 |
| | Juli *July* | 2 | 1 | 1 |
| | | 7 | 1 | 14 |
| | | 9—10 | 2 | 16 |
| | | 15—18 | 4 | 9 |
| | | 21 | 1 | 1 |
| | | 23—26 | 4 | 2 |
| | | 28 | 1 | 2 |
| | Σ | | 14 | 45 |
| | August *August* | 3— 4 | 2 | 4 |
| | | 6— 7 | 2 | 19 |
| | | 10—15 | 6 | 44 |
| | | 17 | 1 | 5 |
| | | 21—23 | 3 | 6 |
| | | 25—26 | 2 | 18 |
| | Σ | | 16 | 96 |
| | September *September* | 1— 8 | 8 | 38 |
| | | 10 | 1 | 3 |
| | | 16 | 1 | 30 |
| | | 19—23 | 5 | 20 |
| | | 28—30 | 3 | 1 |
| | Σ | | 18 | 92 |
| | Oktober *October* | 1— 2 | 2 | 10 |
| | | 5— 7 | 3 | 10 |
| | | 9—10 | 2 | 18 |
| | | 14—16 | 3 | 9 |
| | | 20—25 | 6 | 25 |
| | | 27—28 | 2 | 14 |
| | | 30—31 | 2 | 17 |
| | Σ | | 20 | 103 |

Tabell 8.

Resultater av planteforsøk.
*Results of planting experiments.*
Fremming skog, Eidsvoll.

| | Plantet *Planted* | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | | | | Plantehøyde cm *Height of seedlings cm* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| År | Dato | Måned | Antall planter | Første høst | Annen høst | Tredje høst | Fjerde høst | Fjerde høst |
| Dato | *Date* | *Month* | *Number of seedlings* | *The first autumn* | *The second autumn* | *The third autumn* | *The fourth autumn* | *The fourth autumn* |
| 1941 | 30 | Mai *May* | 443 | 91 | 88 | 88 | 87 | 39 |
| | 3 | Juli *July* | 475 | 92 | 91 | 90 | 90 | 42 |
| | 3 | August *August* | 488 | 99 | 97 | 96 | 95 | 45 |
| | 3 | September *September* | 494 | 100 | 97 | 96 | 94 | 44 |
| | 7 | Oktober *October* | 483 | 100 | 99 | 98 | 96 | 40 |
| 1942 | 20 | Mai *May* | 383 | 99 | 99 | 99 | 98 | 47 |
| | 15 | Juni *June* | 388 | 99 | 97 | 90 | 90 | 47 |
| | 15 | Juli *July* | 364 | 100 | 96 | 95 | 95 | 51 |
| | 17 | August *August* | 367 | 100 | 94 | 86 | 83 | 49 |
| | 15 | September *September* | 332 | 100 | 92 | 75 | 72 | 47 |

som jeg har oppnådd her på Østlandet. Plantingen ble utført av en av Høibråtens skogformenn, Einar Olsen, og jeg tror at det gode resultat i vesentlig grad skyldes det førsteklasses arbeid som denne mann utførte. Under slike nedbørforhold som en hadde sommeren 1941 og 1942 kan en således plante hele sommeren med godt resultat, bare plantingen utføres på en betryggende måte. Plantenes middelhøyde etter 4. vegetasjonsperiode ligger på ca. 45 cm.

## *Resultater av planteforsök*

*Results of planting experiments*

*Björnholtet, Eidsvöll.*

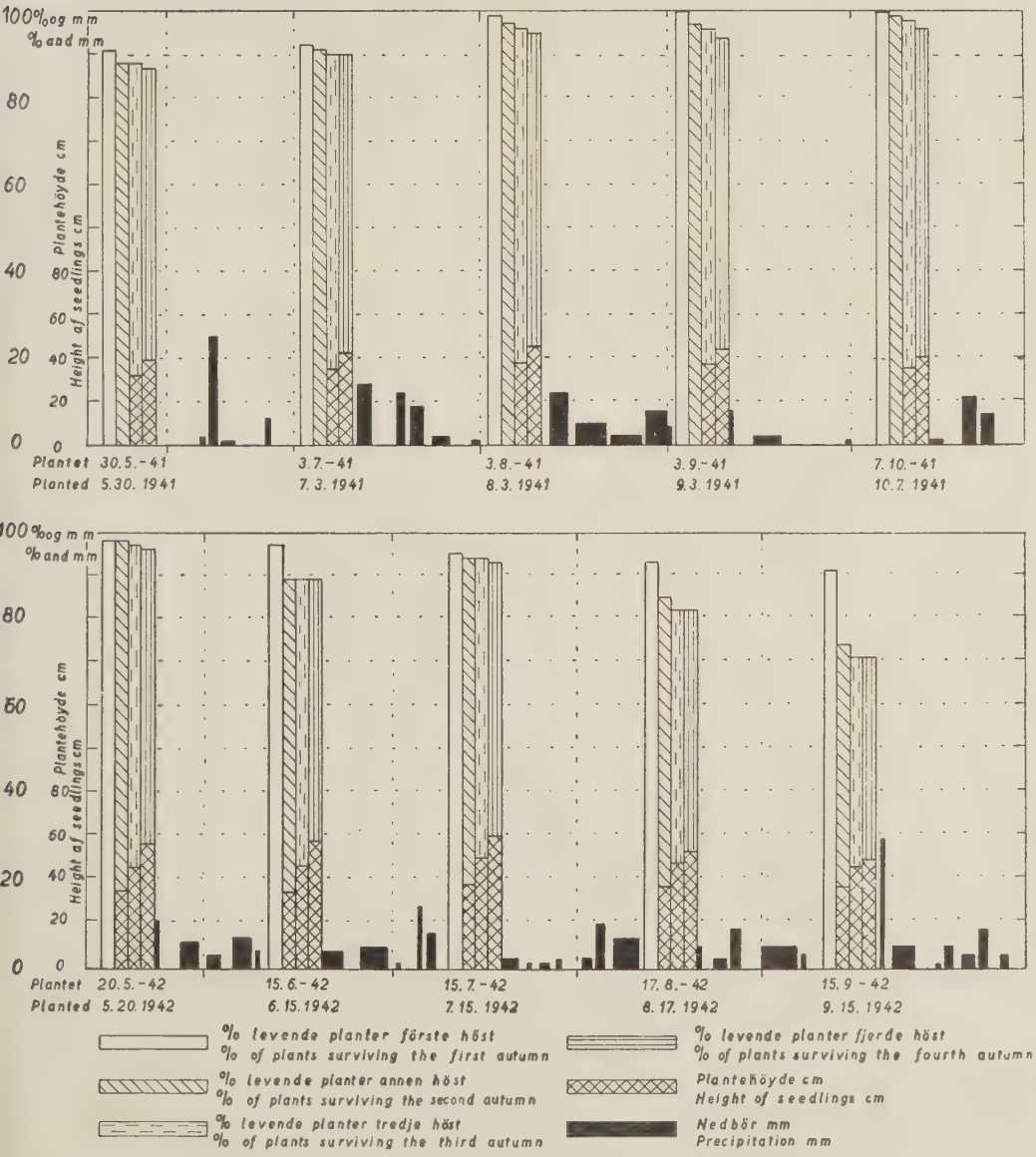



Fig. 3.

### *Planteforsøk utført i Landbrukshøgskolens skog, Ås.*

Plantematerialet til dette plantetidsforsøk ble tatt fra skogbruksavdelingens planteskole på Landbrukshøgskolen og plantene ble satt ut i marka samme dag som de ble tatt opp. Plantingen ble ledet av statskonsulent Thurmann-Moe.

I tidsrommet 4. mai til 3. august ble det plantet med 2 ukers mellomrom. Hensikten med dette var at vi skulle få en prøve på om

Tabell 9.

Nedbør.
*Precipitation.*
Ås.

| År *Year* | Måned *Month* | Dato *Date* | Antall døgn med nedbør *Number of days with precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* |
|---|---|---|---|---|
| 1943 | Mai *May* | 9—14 | 6 | 57 |
| | Juni *June* | 2— 6 | 5 | 25 |
| | | 13 | 1 | 2 |
| | | 17 | 1 | 2 |
| | | 19—22 | 4 | 11 |
| | | 24 | 1 | 12 |
| | Σ | | 12 | 52 |
| | Juli *July* | 5—13 | 9 | 41 |
| | | 15—17 | 3 | 25 |
| | | 19—20 | 2 | 2 |
| | | 22 | 1 | 3 |
| | | 31 | 1 | 1 |
| | Σ | | 16 | 72 |
| | August *August* | 2 | 1 | 4 |
| | | 9—17 | 9 | 26 |
| | | 19—25 | 7 | 30 |
| | | 27—28 | 2 | 41 |
| | | 31 | 1 | 12 |
| | Σ | | 20 | 113 |
| | Oktober *October* | 2 | 1 | 1 |
| | | 4— 7 | 4 | 22 |
| | | 17—31 | 15 | 50 |
| | Σ | | 20 | 73 |

Tabell 10.

Resultater av planteforsøk.
*Results of planting experiments.*
Landbrukshøgskolens skog, Ås, 1943.

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | | | | Plantehøyde cm *Height of seedlings cm* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| År *Year* | Dato *Date* | Måned *Month* | Antall planter *Number of seedlings* | Første høst *The first autumn* | Annen høst *The second autumn* | Tredje høst *The third autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* |
| 1943 | 4 | Mai *May* | 382 | 96 | 88 | 86 | 82 | 74 |
| | 18 | Mai *May* | 407 | 95 | 90 | 86 | 85 | 79 |
| | 4 | Juni *June* | 385 | 97 | 92 | 89 | 87 | 80 |
| | 18 | Juni *June* | 400 | 97 | 93 | 93 | 91 | 73 |
| | 3 | Juli *July* | 382 | 97 | 92 | 87 | 86 | 65 |
| | 3 | August *August* | 377 | 100 | 98 | 94 | 94 | 59 |
| | 3 | September *September* | 390 | 100 | 89 | 87 | 86 | 54 |

det er uheldig å plante i den periode toppskuddet vokser best. Her på Ås har en som regel den sterkeste vekstperiode i juni måned. (Jfr. Mork 1941 s. 55.)

Nedbøren denne sommer var omtrent normal (jfr. tabell 2 og 9) og fordelingen var ganske jevn. Resultatet av plantetidsforsøket må karakteriseres som meget godt og det er liten forskjell i planteavgangen for de ulike tider. Best ligger resultatet for den planting som ble utført 3. august. Der er det 98 % levende planter annen høst etter utplantingen.

Det er intet som tyder på at planting i løpet av toppskuddets sterkeste vekstperiode er uheldig, da begge juniplantingene har gitt bedre resultat enn maiplantingene.

Der forsøksflaten ligger er det meget god jord, og en må regne dette til typisk ugrasmark. Når resultatet er blitt så godt skyldes det at plantingen ble passet slik at ikke ugraset sjenerte plantene. Snute-

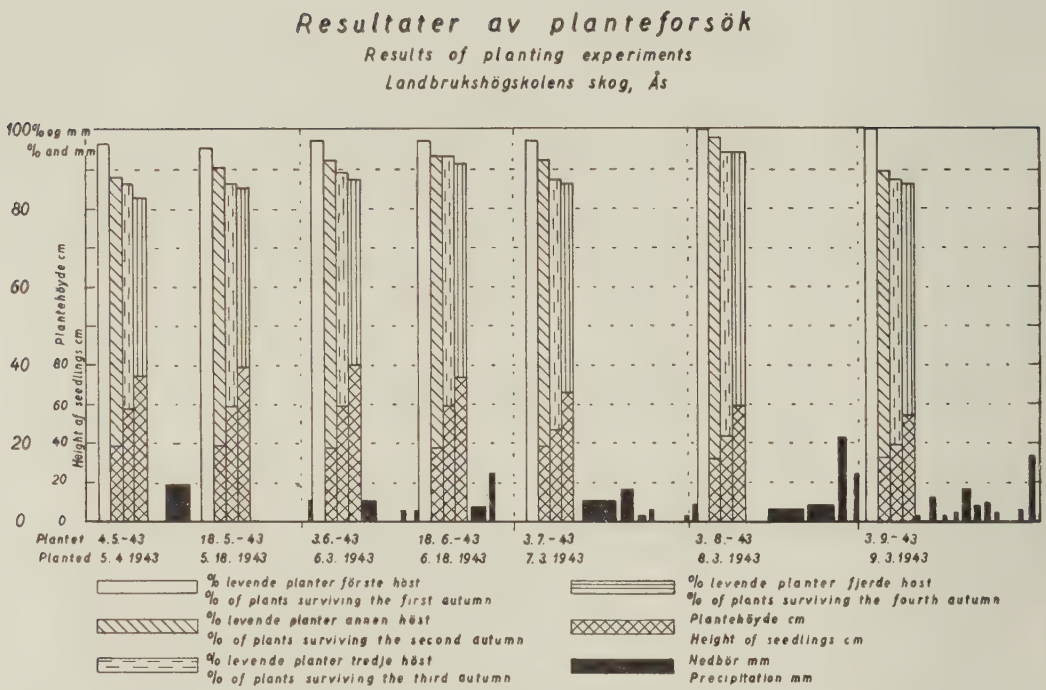



Fig. 4.

billen synes ikke å trives i denne ugrasvegetasjonen og skaden av denne var ubetydelig.

Plantetidsforsøket i Landbrukshøgskolen viser altså at en under normale nedbørforhold med godt resultat kan plante hele sommeren helt til i begynnelsen av september måned. Plantene har hatt en enestående god vekst da middelhøyden etter 4 vegetasjonsperioder er ca. 80 cm.

## *Planteforsøk utført ved Gulltvedt skog, As.*

Dette plantetidsforsøk ble anlagt i en privat skog i Ås sommeren 1944. Forsøksflaten ligger på beste granbonitet og arealet var tidligere bestokket med glissen, frodig granskog. Det er typisk ugrasmark, men flaten ble ryddet for ugras de 3 første somrene etter plantingen.

Plantematerialet var fra skogbruksavdelingens planteskole og plantene ble satt ut samme dag som de ble tatt opp i planteskolen. Plantingen ble utført under ledelse av statskonsulent Thurmann-Moe.

Tabell 11.

Nedbør.
*Precipitation.*
Ås.

| År *Year* | Måned *Month* | Dato *Date* | Antall døgn med nedbør *Number of days with precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* |
|---|---|---|---|---|
| 1944 | Mai *May* | 2— 4 | 3 | 12 |
| | | 15—17 | 3 | 22 |
| | | 22 | 1 | 2 |
| | | 28—31 | 4 | 2 |
| | Σ | | 11 | 38 |
| | Juni *June* | 3—16 | 14 | 104 |
| | | 23 | 1 | 2 |
| | | 25—29 | 5 | 29 |
| | Σ | | 20 | 135 |
| | Juli *July* | 1— 2 | 2 | 13 |
| | | 10—11 | 2 | 10 |
| | | 13—17 | 5 | 17 |
| | | 28—31 | 4 | 63 |
| | Σ | | 13 | 103 |
| | August *August* | 9 | 1 | 10 |
| | | 11 | 1 | 6 |
| | | 20—22 | 3 | 9 |
| | | 29—31 | 3 | 15 |
| | Σ | | 8 | 40 |
| 1944 | September *September* | 1— 9 | 9 | 93 |
| | | 17—22 | 6 | 16 |
| | | 24—28 | 5 | 26 |
| | | 30 | 1 | 29 |
| | Σ | | 21 | 164 |
| | Oktober *October* | 1 | 1 | 7 |
| | | 4 | 1 | 3 |
| | | 11—19 | 9 | 80 |
| | | 24—27 | 4 | 16 |
| | | 29—30 | 2 | 1 |
| | Σ | | 17 | 107 |
| 1945 | Mai *May* | 1— 5 | 5 | 48 |
| | | 10—11 | 2 | 10 |
| | | 14 | 1 | 8 |
| | | 17—18 | 2 | 5 |
| | | 28—31 | 4 | 26 |
| | Σ | | 14 | 97 |
| | Juni *June* | 4— 5 | 2 | 17 |
| | | 7—13 | 7 | 30 |
| | | 15—18 | 4 | 5 |
| | | 25—29 | 5 | 38 |
| | Σ | | 18 | 90 |

For å få sammenligning mellom høst- og vårplanting ble det plantet 2 serier 1. mai og 18. mai 1945.

Når en skal sammenligne sen høstplanting og vårplanting er det feilaktig å sammenligne de som er utført i samme vegetasjonsperiode. En sen høstplanting må kun sammenlignes med følgende års vårplanting fordi disse får samme klimatiske forhold når plantene begynner å rotfeste seg. Resultatet av en sen høstplanting er for det første avhengig av betingelsene under overvintringen. Dernest av nedbørforholdene den påfølgende vår.

Resultatet av planteforsøket i Gulltvedt skog er meget tilfreds-

Tabell 12.

Resultater av planteforsøk.
*Results of planting experiments.*
Gultvedt skog, Ås.

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | | | | Plantehøyde cm *Height of seedlings cm* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| År *Year* | Dato *Date* | Måned *Month* | Antall planter *Number of seedlings* | Første høst *The first autumn* | Annen høst *The second autumn* | Tredje høst *The third autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* |
| 1944 | 8 | Mai *May* | 373 | 100 | 98 | 93 | 89 | 99 |
| | 22 | Mai *May* | 377 | 98 | 90 | 82 | 79 | 77 |
| | 5 | Juni *June* | 377 | 95 | 86 | 74 | 73 | 81 |
| | 19 | Juni *June* | 378 | 99 | 85 | 77 | 72 | 73 |
| | 3 | Juli *July* | 378 | 100 | 86 | 80 | 70 | 70 |
| | 18 | Juli *July* | 369 | 100 | 95 | 90 | 90 | 75 |
| | 1 | August *August* | 404 | 100 | 98 | 98 | 92 | 75 |
| | 30 | August *August* | 381 | 100 | 97 | 97 | 88 | 68 |
| | 26 | September *September* | 399 | 100 | 95 | 90 | 84 | 63 |
| 1945 | 1 | Mai *May* | 397 | 98 | 87 | 81 | — | 65 |
| | 18 | Mai *May* | 307 | 91 | 78 | 73 | — | 60 |

stillende, idet det i alle serier finnes over 80 % levende planter etter 2 vegetasjonsperioder.

Nedbøren i mai 1944 er bare 38 mm. August måned har også vært temmelig nedbørfattig denne sommer, idet det kun er falt 40 mm. For øvrig har nedbørforholdene vært gunstige denne sommer. Det samme er tilfelle for mai og juni 1945 (jfr. tabell 11).

De beste planteresultater fra disse serier har en fått for det som er plantet i august og i begynnelsen av mai. Det er ganske interessant at

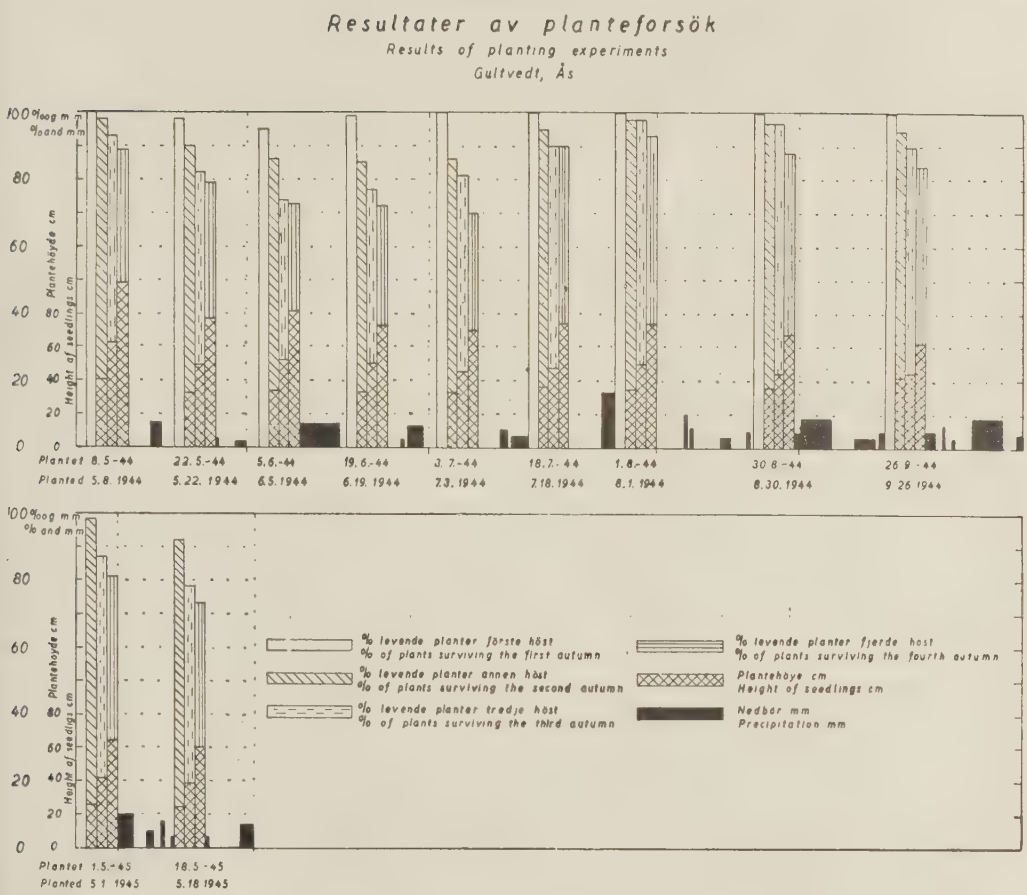



Fig. 5.

en har oppnådd like godt resultat for det som er plantet 30. august som for det som er plantet 1. august, men nedbøren har da vært meget større etter plantingen 30. august (jfr. fig. 5).

Dårligst er resultatet for det som er plantet i den sterkeste skuddstrekningsperiode som dette år inntraff i juni måned, selv om nedbørsforholdene i denne måned var meget gunstige (jfr. tabell 11).

Noe utenom det en skulle vente er at resultatene fra sen høstplanting synes å være bedre en resultatene fra en tidlig vårplanting det påfølgende år. Det har vært rikelig nedbør såvel etter høstplantingen som etter vårplantingen og overvintringsbetingelsene for den sene høstplanting må ha vært ekstra gunstige.

Veksten hos plantene har vært enestående god, da middelhøydene etter 4 vegetasjonsperioder ligger mellom 80 og 90 cm.

Konklusjon av dette planteforsøk blir at det synes som om avgangen er litt større for det som er plantet i den beste vekstperiode.

### *Planteforsøk utført i Sætre Bruk, Hurum.*

Forsøksflaten i Sætre Bruk ligger på en god middels bonitet og kan regnes til typen Blåbær med *Dryopteris.*

Plantematerialet ble tatt fra Sønsterud planteskole og det tok ca. 7 dager fra plantene ble tatt opp på Sønsterud til de var satt ut i marken i Hurum, da de måtte omlastes i Oslo og sendes med båt til Sætre. Plantingen ble utført av skogbestyrer Ledang.

De lause avleiringer ovenpå fjellgrunnen i Sætre Bruk er som regel relativt tynne og jorda har derfor lett for å bli tørr under lange tørkeperioder om someren.

Som det framgår av fig. 6 er resultatet av plantetidsforsøkene sommeren 1946 meget ujevne. Fra første planting som er utført i midten av mai avtar prosent levende planter jevnt fra 79 % for vårplantingen til 26 % for det som er plantet i begynnelsen av august. I perioden 23. august til 20. september er det plantet tre ganger med to ukers mellomrom. Det har vært forholdsvis meget nedbør etter disse plantetider og resultatet er omtrent like godt som for de to første vårplantingene med ca. 60 % levende planter etter to vegetasjonsperioder.

De plantinger som er utført 11. juli, 25. juli og 8. august har, som en ser, gitt meget dårlige resultater selv om nedbøren i hvertfall etter de to siste av disse plantetider har vært omtrent normal. Oktober har vært en tørr måned med bare 38 mm nedbør, og resultatet etter plantingen 9. oktober er dårlig. Det som er plantet 19. oktober er betydelig bedre.

Det framgår av tabell 14 og fig. 6 at plantetidsforsøkene som ble utført i Sætre Bruk 1946 ikke er revidert første høst, og første revisjonsresultatet er derfor fra høsten 1947. Som en vil se senere var dette en sjelden tørr sommer, og vi hadde flere eksempler på at til og med meget eldre plantinger tørket ut denne sommer. Når resultatet av plantetidsforsøkene i 1946 er blitt så dårlige ekyldes det i vesentlig grad

Tabell 13.

Nedbør.
*Precipitation.*
Drammen.

| År *Year* | Måned *Month* | Dato *Date* | Antall døgn med nedbør *Number of days with precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* |
|---|---|---|---|---|
| 1946 | Mai | 3 | 1 | 6 |
| | | 6 | 1 | 1 |
| | *May* | 12—13 | 2 | 4 |
| | | 15—16 | 2 | 10 |
| | Σ | | 6 | 21 |
| | Juni | 3— 4 | 2 | 13 |
| | | 6 | 1 | 4 |
| | *June* | 10—13 | 4 | 60 |
| | | 18—19 | 2 | 8 |
| | | 25—26 | 2 | 6 |
| | | 29—30 | 2 | 10 |
| | Σ | | 14 | 101 |
| | Juli | 4— 6 | 3 | 14 |
| | | 8 | 1 | 1 |
| | *July* | 23 | 1 | 1 |
| | | 28 | 1 | 24 |
| | | 30—31 | 2 | 10 |
| | Σ | | 8 | 50 |
| | August | 1 | 1 | 1 |
| | | 3— 4 | 2 | 6 |
| | *August* | 8—11 | 4 | 74 |
| | | 13—15 | 3 | 68 |
| | | 17 | 1 | 6 |
| | | 30—31 | 2 | 31 |
| | Σ | | 13 | 186 |
| | September | 1— 7 | 7 | 69 |
| | | 9—12 | 4 | 31 |
| | *September* | 14—15 | 2 | 38 |
| | | 18—20 | 3 | 55 |
| | | 23 | 1 | 4 |
| | | 27—28 | 2 | 4 |
| | Σ | | 19 | 201 |
| | Oktober *October* Σ | 4— 5 | 2 | 38 |

| År *Year* | Måned *Month* | Dato *Date* | Antall døgn med nedbør *Number of days with precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* |
|---|---|---|---|---|
| 1947 | Mai *May* Σ | 1 | 1 | 0,4 |
| | Juni | 6— 8 | 3 | 7 |
| | | 11 | 1 | 1 |
| | *June* | 13—16 | 4 | 7 |
| | | 23 | 1 | 7 |
| | | 30 | 1 | 2 |
| | Σ | | 10 | 24 |
| | Juli | 3— 6 | 4 | 31 |
| | | 8 | 1 | 14 |
| | *July* | 10—13 | 4 | 28 |
| | | 20 | 1 | 1 |
| | Σ | | 10 | 74 |
| | August *August* Σ | | 0 | 0 |
| | | 7 | 1 | 3 |
| | September | 9—10 | 2 | 9 |
| | *September* | 13—15 | 3 | 5 |
| | | 20—21 | 2 | 30 |
| | | 23 | 1 | 3 |
| | Σ | | 9 | 50 |
| | Oktober *October* Σ | 9—11 | 3 | 6 |

Tabell 14.

Resultater av planteforsøk.
*Results of planting experiments.*
Sætve Bruk, Hurum.

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| År *Year* | Dato *Date* | Måned *Month* | Antall planter *Number of seedlings* | Annen høst *The second autumn* | Tredje høst *The third autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* |
| 1946 | 14 | Mai *May* | 408 | 79 | 69 | 64 |
| | 1 | Juni *June* | 408 | 62 | 58 | 57 |
| | 13 | Juni *June* | 408 | 60 | 53 | 49 |
| | 27 | Juni *June* | 408 | 49 | 45 | 44 |
| | 11 | Juli *July* | 408 | 43 | 38 | 21 |
| | 25 | Juli *July* | 408 | 28 | 25 | 21 |
| | 8 | August *August* | 408 | 26 | 22 | 20 |
| | 23 | August *August* | 408 | 58 | 54 | 52 |
| | 7 | September *September* | 408 | 68 | 64 | 63 |
| | 19 | September *September* | 408 | 62 | 57 | 56 |
| | 9 | Oktober *October* | 408 | 36 | 35 | 33 |
| | 19 | Oktober *October* | 408 | 63 | 53 | 43 |

tørken 1947. Men det er tydelig at vårplanting og høstplanting har gitt det beste resultat under disse ekstreme forhold.

Plantetidsforsøkene i Sætre Bruk ble fortsatt våren 1947. Første planting ble utført 14. mai. Nedbøren i mai er i følge tabell 12 0,4 mm. Juni er også svært nedbørfattig, da det kun er 24 mm. Nedbøren i juli utgjør 74 mm og denne kom i tidsrommet 3. til 20. I august var det ingen nedbør. Første regndag etter 20. juli kom 7. september. Det ble således en nedbørfri periode på 48 døgn. Septembernedbøren er også

Tabell 14 forts.

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| År *Year* | Dato *Date* | Måned *Month* | Antall planter *Number of seedlings* | Annen høst *The second autumn* | Tredje høst *The third autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* |
| | 14 | Mai *May* | 408 | 43 | 41 | — |
| | 26 | Mai *May* | 408 | 75 | 70 | — |
| | 7 | Juni *June* | 408 | 57 | 53 | — |
| | 23 | Juni *June* | 408 | 45 | 40 | — |
| | 8 | Juli *July* | 408 | 26 | 26 | — |
| 1947 | 23 | Juli *July* | 408 | 3 | 3 | — |
| | 4 | August *August* | 408 | 2 | 2 | — |
| | 18 | August *August* | 408 | 5 | 5 | — |
| | 1 | September *September* | 408 | 28 | 27 | — |
| | 15 | September *September* | 408 | 82 | 69 | — |
| | 2 | Oktober *October* | 408 | 80 | 70 | — |

langt under det normale. I løpet av de 20 første døgn er det ikke kommet mer enn 17 mm nedbør og totalnedbøren for september er 50 mm.

Slike ekstra tørre somrer er det heldigvis sjelden en har, selv her på Østlandet, men plantetidsforsøkene denne sommer viste i hvert fall at nedbøren etter utplantingen spiller en meget stor rolle for resultatet av plantingen. En ser at plantingen som ble utført 14. mai har gitt meget dårligere resultat enn den fra 26. mai. Den vanlige oppfatning er at riktig tidlig vårplanting er det beste. Men planter en tidlig, slik at plantene blir stående en lengre tid under så kalde værforhold at det ikke foregår noen rotvirksomhet, vil dette virke meget uheldig, særlig hvis det også er tørt vær. Er det varmt vær etter plantingen, vil rotsystemet straks begynne å vokse, og det er de nye rotspissene som er

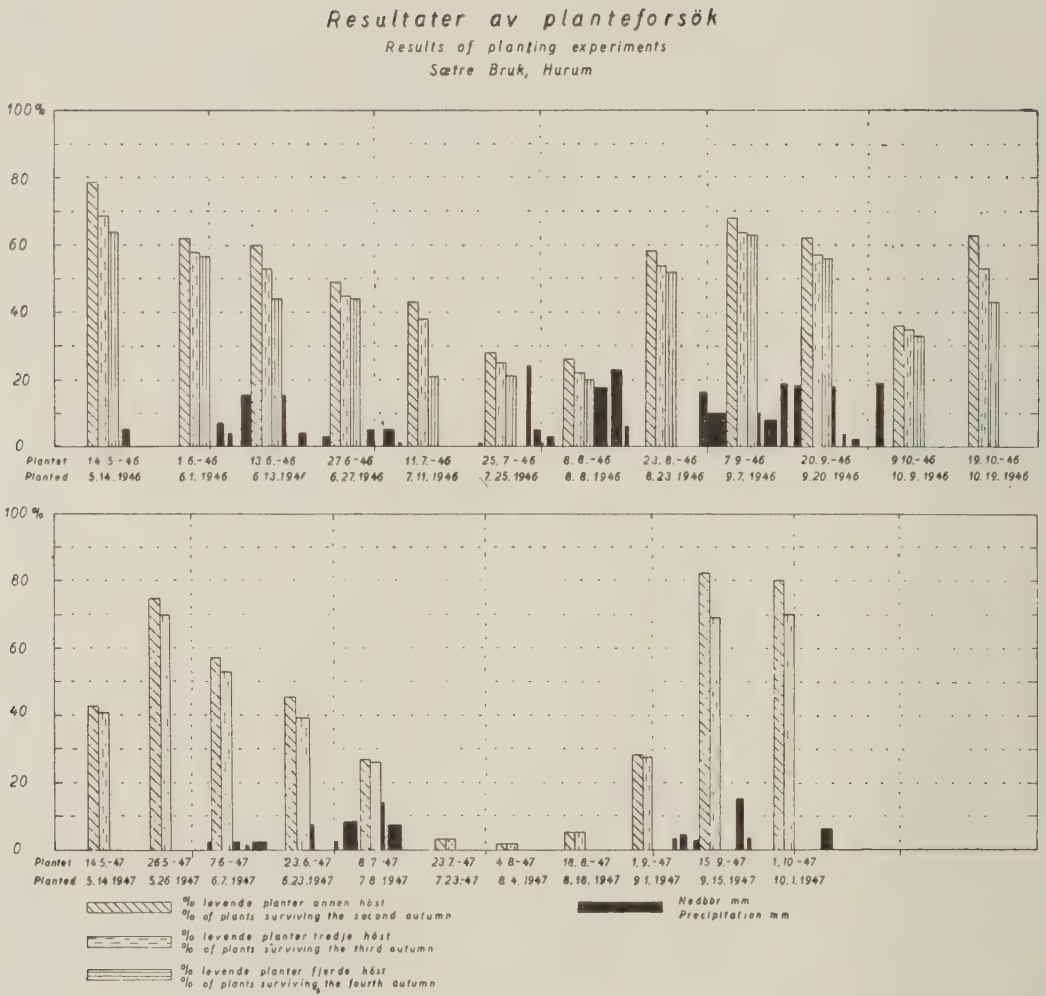



Fig. 6.

mest virksomme under vannopptakelsen. Varmt vær og tørke er således til en viss grad bedre enn kaldt vær og tørke.

I slike utpregede tørrsomrer er som en ser av fig. 6 sen høstplanting det beste.

## *Planteforsøk utført i Fiskum skog, Harran.*

De plantetidsforsøk som er omtalt i det foregående ligger på Østlandet, der forsommeren som regel er nedbørfattig. Dette plantetids-

Tabell 15.

Nedbør.
*Precipitation.*
Namsskogan.

| År *Year* | Måned *Month* | Dato *Date* | Antall døgn med nedbør *Number of days with precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* |
|---|---|---|---|---|
| 1939 | Juni *June* | 1—13 | 13 | 94 |
| | | 15—16 | 2 | 12 |
| | | 21—27 | 7 | 14 |
| | Σ | | 22 | 119 |
| | Juli *July* | 1— 5 | 5 | 24 |
| | | 7—11 | 5 | 24 |
| | | 13—14 | 2 | 15 |
| | | 19—20 | 2 | 4 |
| | | 30—31 | 2 | 11 |
| | Σ | | 16 | 78 |
| | August *August* | 2— 3 | 2 | 8 |
| | | 11—13 | 3 | 17 |
| | | 15 | 1 | 1 |
| | | 17—19 | 3 | 1 |
| | | 23—24 | 2 | 10 |
| | Σ | | 11 | 37 |
| | September *September* | 8—10 | 3 | 19 |
| | | 17—24 | 8 | 42 |
| | | 27—30 | 4 | 19 |
| | Σ | | 15 | 79 |
| | Oktober *October* | 1— 5 | 5 | 40 |
| | | 17—21 | 5 | 26 |
| | | 23—26 | 4 | 30 |
| | | 28—29 | 2 | 1 |
| | Σ | | 16 | 98 |
| 1940 | Juli *July* | 5— 6 | 2 | 7 |
| | | 8 | 1 | 5 |
| | | 20 | 1 | 4 |
| | | 22—24 | 3 | 30 |
| | Σ | | 7 | 46 |
| | August *August* | 1— 4 | 4 | 5 |
| | | 9—13 | 5 | 26 |
| | | 16—31 | 16 | 107 |
| | Σ | | 25 | 138 |
| 1941 | Juni *June* | 4— 5 | 2 | 6 |
| | | 10 | 1 | 4 |
| | | 12—13 | 2 | 22 |
| | | 16—21 | 6 | 19 |
| | | 26 | 1 | 4 |
| | | 28 | 1 | 17 |
| | Σ | | 13 | 72 |
| | Juli *July* | 4— 5 | 2 | 25 |
| | | 7 | 1 | 7 |
| | | 13—14 | 2 | 39 |
| | | 25 | 1 | 2 |
| | Σ | | 6 | 73 |
| | August *August* | 2— 3 | 2 | 2 |
| | | 5— 6 | 2 | 42 |
| | | 8 | 1 | 8 |
| | | 11 | 1 | 2 |
| | | 13—14 | 2 | 12 |
| | | 17—19 | 3 | 21 |
| | | 22—23 | 2 | 5 |
| | Σ | | 13 | 92 |

Tabell 16.

Resultater av planteforsøk.
*Results of planting experiments.*
Fiskum skog, Harran.

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | | | | Plantehøyde cm *Height of seedlings cm* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| År *Year* | Dato *Date* | Måned *Month* | Antall planter *Number of seedlings* | Første høst *The first autumn* | Annen høst *The second autumn* | Tredje høst *The third autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* | Fjerde høst *The fourth autumn* |
| 1939 | 10 | Juni *June* | 422 | 85 | 58 | 55 | 52 | 38 |
| | 4 | Juli *July* | 429 | 88 | 61 | 62 | 60 | 40 |
| | 1 | August *August* | 486 | 95 | 81 | 78 | 78 | 45 |
| | 6 | September *September* | 438 | 96 | 76 | 75 | 75 | 44 |
| | 3 | Oktober *October* | 433 | 93 | 66 | 65 | 65 | 41 |
| 1940 | 1 | Juli *July* | 427 | 100 | 79 | 71 | 65 | 32 |
| | 1 | August *August* | 441 | 100 | 90 | 80 | 71 | 30 |
| 1941 | 4 | Juni *June* | 415 | 96 | 88 | 82 | 82 | 37 |
| | 12 | Juli *July* | 454 | 100 | 96 | 68 | 67 | — |
| | 18 | August *August* | 457 | 96 | 90 | 70 | 70 | 35 |
| | 12 | September *September* | 477 | 100 | 92 | 70 | 70 | — |

forsøk, som ligger i den nordlige del av Nord-Trøndelag, er utført i et kaldt og nedbørrikt område av skogeieren selv, Johannes J. Fiskum jr.

Det pleier som regel være rikelig nedbør i mai og juni, men temperaturen er betydelig lavere i disse måneder enn her på Østlandet. Av fig. 7 vil en se at det er augustplantingen som har gitt det beste resultat. Etter to vegetasjonsperioder er det for disse ca. 80 % levende planter. Septemberplantingen er bedre enn vårplantingen og den som er utført midt i vekstperioden (4. juli) synes å ha gitt bedre resultat

enn det som er plantet 10. juni. I Trøndelag er været i juni måned som regel kaldt, og plantene står ofte i mange uker før det blir tilstrekkelig varme for en normal rotutvikling.

I 1940 kom tyskerne og forstyrret oss også på dette område og en fikk kun utført to planteserier, den 1. juli og den 1. august. Det

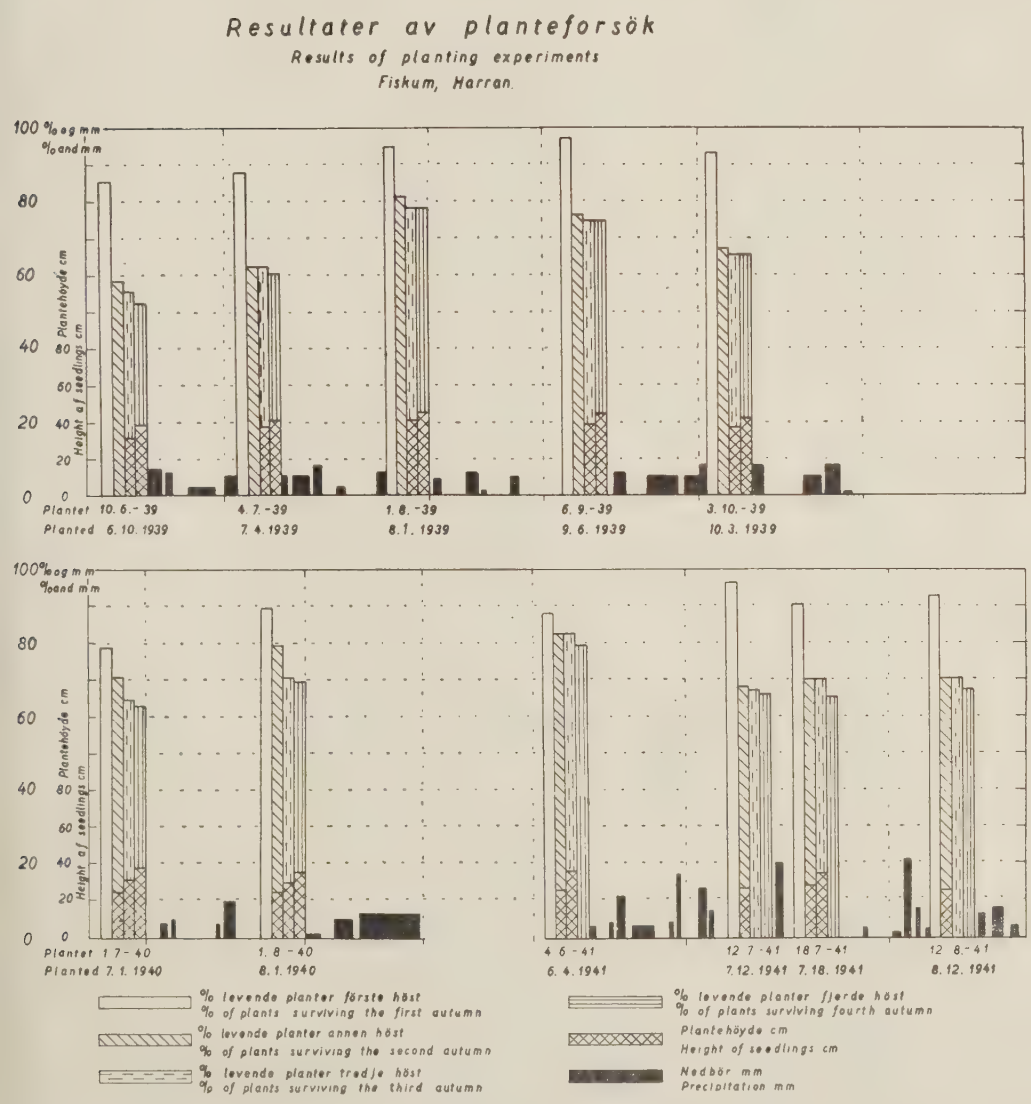



Fig. 7.

framgår også av resultatet fra disse at augustplantingen er bedre enn juliplantingen.

Materialet fra Trøndelagen er noe lite, men det viser at en uten å risikere noe særlig kan plante hele sommeren. En bør ikke plante senere enn 1. september. Sen høstplanting er uheldig dersom en får en ugunstig vinter med mye barfrost og ustadig vær slik at jorda fryser og tiner flere ganger i løpet av vinteren.

Plantetidsforsøkene i Fiskum skog har gitt dårligere resultater enn vi vanligvis er vant til oppe i Nord-Trøndelag. Dette beror på at feltet ligger på aller beste granmark, der det har vært en kolossal ugrasvegetasjon. Til tross for at vi har ryddet for ugras, har vi ikke maktet å holde feltet så rent som ønskelig kunne være og avgangen skyldes i vesentlig grad ugraset. Alle serier er ryddet likt, men bare en gang hvert år, og det har under disse forhold ikke vært tilstrekkelig for å oppnå et tilfredsstillende resultat.

## *Statistisk behandling av materialet.*

I de plantetidsforsøk som er omtalt i det foregående er det plantet 85 forskjellige serier i årene fra og med 1939 til og med 1947. Antall planter som er utsatt i disse forsøk utgjør ca. 37 000.

En mangel ved forsøkene er at alle planterader i en serie (plantetid) ligger inntil hverandre slik at en ujevnhet i jordbunnsforholdene på forsøksflaten kan bevirke en del feil i resultatet som en ikke får noe uttrykk for. Det ville ha vært riktigere å spre radene i en serie ut over hele forsøksfeltet etter en tilfeldig fordeling. Men et resultat av et plantetidsforsøk fra en sommer ville allikevel ikke gi noe almengjeldende svar på spørsmålet om hvilken tid det er heldigst å plante. En ville bare få vite hvordan det er under de bestemte klima- og jordbunnsforhold som en hadde utført forsøket under.

Da de plantetidsforsøk som er utført spenner over et tidsrom av 10 år og de utførte forsøk dessuten ligger på forskjellige steder, må en kunne forutsette at innflytelse av ujevnheter i jordbunnen må bli utjevnet når en grupperer materialet slik som jeg har gjort i tabell 17.

Her er materialet gruppert etter plantetiden og inndelt i 5 forskjellige plantesesonger. I tabell 18 er der et sammendrag av middeltallene for prosent levende planter for de 5 forskjellige plantesesonger. 1) Vårplanting. 2) Tidlig sommerplanting. 3) Sen sommerplanting. 4) Tidlig høstplanting og 5) Sen høstplanting.

Tabell 17.

Sammendrag av resultatene.
*Summary of the results.*

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | Plantesesonger *Planting seasons* |
|---|---|---|---|---|---|
| Måned *Month* | Dato *Date* | År *Year* | Sted *Locality* | | |
| Mai *May* | 1 | 1945 | Gultvedt | 87 | Vårplanting *Spring planting* |
| | 4 | 1943 | Landbrukshøgskolen | 88 | |
| | 8 | 1944 | Gultvedt | 98 | |
| | 12 | 1939 | Fritzøe Verk | 56 | |
| | 14 | 1946 | Sætre Bruk | 79 | |
| | 14 | 1947 | Sætre Bruk | 43 | |
| | 15 | 1939 | Selvik Bruk | 89 | |
| | 18 | 1943 | Landbrukshøgskolen | 90 | |
| | 18 | 1945 | Gultvedt | 78 | |
| | 20 | 1938 | Selvik Bruk | 86 | |
| | 20 | 1942 | Bjørnholtet | 99 | |
| | 22 | 1944 | Gultvedt | 90 | |
| | 22 | 1942 | Fritzøe Verk | 55 | |
| | 26 | 1947 | Sætre Bruk | 75 | |
| | 30 | 1941 | Bjørnholtet | 88 | |
| Juni *June* | 1 | 1946 | Sætre Bruk | 62 | |
| | 4 | 1941 | Fritzøe Verk | 75 | |
| | 4 | 1943 | Landbrukshøgskolen | 92 | Tidlig sommerplanting *Early summer planting* |
| | 4 | 1941 | Fiskum | 88 | |
| | 5 | 1944 | Gultvedt | 86 | |
| | 7 | 1947 | Sætre Bruk | 57 | |
| | 10 | 1939 | Fiskum | 58 | |
| | 15 | 1942 | Bjørnholtet | 97 | |
| | 15 | 1939 | Selvik Bruk | 95 | |
| | 15 | 1939 | Fritzøe Verk | 42 | |
| | 18 | 1943 | Landbrukshøgskulen | 93 | |
| | 19 | 1944 | Gultvedt | 85 | |
| | 20 | 1938 | Selvik | 82 | |
| | 23 | 1947 | Sætre Bruk | 45 | |
| | 27 | 1946 | Sætre Bruk | 49 | |
| Juli *July* | 1 | 1940 | Fiskum | 79 | |
| | 3 | 1941 | Bjørnholtet | 91 | |
| | 3 | 1943 | Landbrukshøgskolen | 92 | |
| | 3 | 1944 | Gultvedt | 86 | |
| | 4 | 1939 | Fiskum | 61 | Sen sommerplanting *Late summer planting* |
| | 5 | 1941 | Fritzøe Verk | 53 | |
| | 8 | 1947 | Sætre Bruk | 26 | |
| | 11 | 1946 | Sætre Bruk | 43 | |
| | 12 | 1941 | Fiskum | 96 | |
| | 15 | 1939 | Selvik Bruk | 94 | |
| | 15 | 1942 | Bjørnholtet | 96 | |
| | 15 | 1939 | Fritzøe Verk | 63 | |
| | 18 | 1944 | Gultvedt | 95 | |
| | 18 | 1938 | Selvik Bruk | 81 | |
| | 23 | 1947 | Sætre Bruk | 23 | |
| | 25 | 1946 | Sætre Bruk | 28 | |
| August *August* | 1 | 1939 | Fiskum | 81 | |
| | 1 | 1940 | Fiskum | 90 | |
| | 1 | 1944 | Gultvedt | 98 | |
| | 3 | 1941 | Bjørnholtet | 97 | |
| | 3 | 1943 | Landbrukshøgskolen | 98 | |

Tabell 17 forts.

Sammendrag av resultatene.
*Summary of the results.*

| Plantet *Planted* | | | | Prosent levende planter *Percentage of plants surviving* | Plantesesonger *Planting seasons* |
|---|---|---|---|---|---|
| Måned *Month* | Dato *Date* | År *Year* | Sted *Locality* | | |
| August | 4 | 1947 | Sætre Bruk | 2 | Tidlig høstplanting *Early autumn planting* |
| *August* | 4 | 1941 | Fritzøe Verk | 88 | |
| | 8 | 1946 | Sætre Bruk | 26 | |
| | 15 | 1939 | Fritzøe Verk | 44 | |
| | 15 | 1939 | Selvik Bruk | 93 | |
| | 17 | 1942 | Bjørnholtet | 86 | |
| | 17 | 1938 | Selvik Bruk | 88 | |
| | 18 | 1941 | Fiskum | 70 | |
| | 18 | 1947 | Sætre Bruk | 5 | |
| | 23 | 1946 | Sætre Bruk | 54 | |
| | 30 | 1944 | Gultvedt | 97 | |
| September | 1 | 1947 | Sætre Bruk | 27 | |
| *September* | 3 | 1943 | Landbrukshøgskolen | 87 | |
| | 3 | 1942 | Bjørnholtet | 75 | |
| | 4 | 1941 | Fritzøe Verk | 58 | |
| | 6 | 1939 | Fiskum | 75 | |
| | 7 | 1946 | Sætre Bruk | 64 | |
| | 12 | 1941 | Fiskum | 70 | Sen høstplanting *Late autumn planting* |
| | 14 | 1939 | Selvik Bruk | 41 | |
| | 15 | 1947 | Sætre Bruk | 69 | |
| | 15 | 1939 | Fritzøe Verk | 35 | |
| | 15 | 1938 | Selvik Bruk | 74 | |
| | 15 | 1942 | Bjørnholtet | 75 | |
| | 19 | 1946 | Sætre Bruk | 57 | |
| | 26 | 1944 | Gultvedt | 90 | |
| Oktober | 2 | 1947 | Sætre Bruk | 70 | |
| *October* | 3 | 1939 | Fiskum | 65 | |
| | 7 | 1941 | Fritzøe Verk | 51 | |
| | 7 | 1941 | Bjørnholtet | 98 | |
| | 9 | 1946 | Sætre Bruk | 35 | |
| | 15 | 1938 | Selvik Bruk | 66 | |
| | 15 | 1939 | Selvik Bruk | 52 | |
| | 18 | 1939 | Fritzøe Verk | 40 | |
| | 19 | 1946 | Sætre Bruk | 53 | |

Disse middeltall er som det framgår av tabell 18 regnet ut for hele materialet, samt for hele materialet minus resultatene for Sætre Bruk 1947, 1948 og Fritzøe Verk 1939.

En ser av tabell 18 og fig. 8 at middeltallene av prosent levende planter for hele materialet er temmelig like for de to første plantesesonger med henholdsvis 78,7 og 77,5 % for 1. og 2. plantesesong.

Tabell 18.

Middel for de forskjellige plantesesonger.
*Average for the different planting seasons.*

| Plantesesong<br>*Planting seasons* | Plantesesongens varighet<br>*The duration of the planting seasons* | Prosent levende planter, middel<br>*Percentage of plants surviving, Average* | |
|---|---|---|---|
| | | Hele materialet<br>*The whole material* | Sætre Bruk og Fritzøe Verk 1939 utelatt<br>*Sætre Bruk and Fritzøe Verk 1939 omitted* |
| 1. Vårplanting<br>*Spring planting* | 1. mai til 4. juni<br>*May 1st to June 4th* | 78,7 | 88,0 |
| 2. Tidlig sommerplanting<br>*Early summer planting* | 4. juni til 4. juli<br>*June 4th to July 4th* | 77,5 | 86,0 |
| 3. Sen sommerplanting<br>*Late summer planting* | 4. juli til 4. august<br>*July 4th to August 4th* | 70,7 | 84,1 |
| 4. Tidlig høstplanting<br>*Early autumn planting* | 4. august til 8. september<br>*August 4th to September 8th* | 65,2 | 88,8 |
| 5. Sen høstplanting<br>*Late autumn planting* | 12. september til 20. oktober<br>*September 12th to October 20th* | 61,2 | 69,5 |

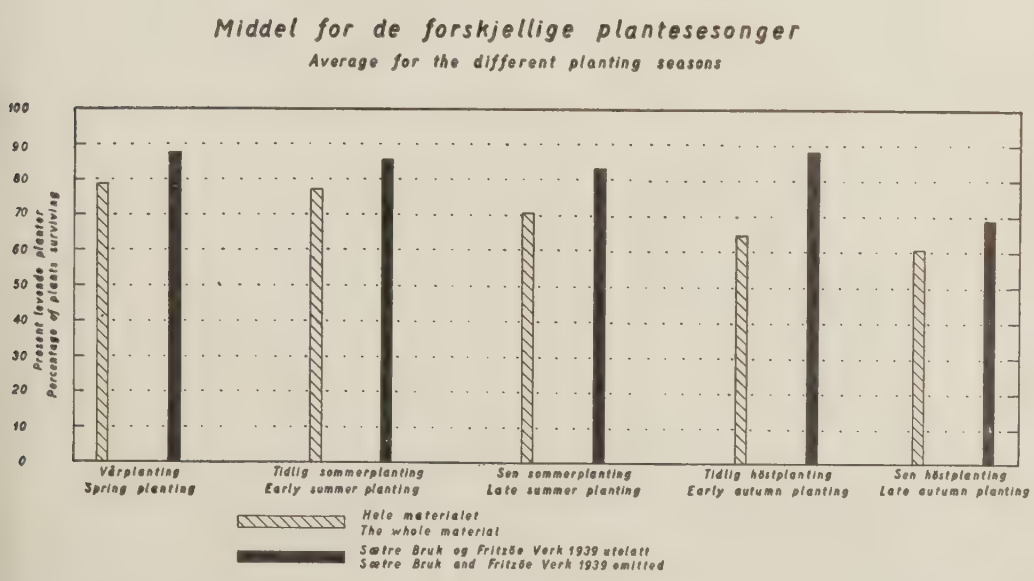



Fig. 8.

Senere avtar resultatet jevnt med 70,7 % for sen sommerplanting, 65,2 % for tidlig høstplanting og 61,2 % for sen høstplanting.

For å undersøke nærmere hvilken innflytelse plantetiden har på plantningsresultatet, har jeg utført en variansanalyse med 2-veis gruppering ved hjelp av tallene i tabell 17 i overensstemmelse med BONNIER och TEDIN (1940).

I variansanalysen er følgende faktorer som kan tenkes å øve innflytelse på resultatet tatt med:

Plantesesonger (5 stykker) og serier i hver plantesesong (17 stykker). Analysen er utført i 4 alternativer.

1. Hele materialet.
2. I materialet er utelatt resultatene fra Sætre Bruk og Fritzøe Verk 1939.
3. Materialet ifølge punkt 2 unntatt plantesesong 5.
4. Materialet ifølge punkt 2 unntatt plantesesongene 1, 2 og 3.

På grunnlag av de funne varianser kan en finne de variasjonskvotienter (F-verdier) som er nødvendige for å belyse om det er signifikant forskjell mellom plantesesongene. Ved å slå opp i en tabell over variasjonskvotienten kan en finne de F-verdier som svarer til en sannsynlighet av P = 0,05 eller eventuelt P = 0,001 når frihetsgradene i materialet er kjent. Den variasjonskvotient som er funnet under beregningen må være større enn den F-verdi som finnes av tabellen hvis forskjellen mellom de faktorer som sammenlignes skal være signifikant.

Tabell 19.

| Variasjonsårsak<br>*Source of Variation* | Frihetsgrader<br>*Degrees of Freedom* | Kvadratsum<br>*Sum of Square* | Varianser<br>*Mean Square* |
|---|---|---|---|
| Mellom plantesesonger<br>*Between planting seasons* | 4 | 5654,10 | 1413,52 |
| Mellom serier innen plantesesongen<br>*Between series within planting seasons* | 16 | 6886,30 | 430,39 |
| Rest — Samspill + slump-variasjon = feil<br>*Rest — Interaction + Random Variation = Error* | 64 | 36993,90 | 578,03 |
| Sum samling | 84 | 59534,30 | |

Av tabell 19 er følgende variasjonskvotienter beregnet.

Mellom plantesesonger: $F = \frac{1413,52}{578,03} = 2,45$

Mellom serier innen plantesesonger: $F = \frac{578,03}{430,39} = 1,34$

En ser at disse variasjonskvotienter er mindre enn den F-verdi som svarer til P = 0,05. Forskjellen er altså ikke signifikant.

Resultatene av plantetidsforsøkene i Sætre Bruk 1946 og 1947 er som før antydet meget unormale da en slik tørr sommer som 1947 neppe inntreffer oftere enn hvert 50. år. Et snutebilleangrep av lignende styrke som det som en hadde i plantningen i Fritzøe Verk 1939 hører også til de meget sjeldne. På de andre plantefelter som Det norske Skogforsøksvesen har på forskjellige steder i landet har det ikke vært noe angrep av lignende styrke. Dette beror i første rekke på at forvitringsjorda i Kjose er meget grovkornet og således lett tørker ut om sommeren. Den passer dårlig for planting av gran. Det har derfor stor interesse å sjalte ut materialet fra disse unormale plantetidsforsøk for å vise hvordan resultatene blir når en bare regner med normale klima- og jordbunnsforhold. Resultatet av dette framgår av tabell 20.

Tabell 20.

| Variasjonsårsak *Source of Variation* | Frihetsgrader *Degrees of Freedom* | Kvadratsum *Sum of Square* | Varianser *Mean Square* |
|---|---|---|---|
| Mellom plantesesonger *Between planting seasons* | 4 | 2723,70 | 680,93 |
| Mellom serier innen plantesesongen *Between series within planting seasons* | 10 | 2606,60 | 260,66 |
| Rest — Samspill + slump-variasjon = feil *Rest — Interaction + Random Variation = Error* | 40 | 4708,70 | 177,71 |
| Sum samling | 54 | 10039,00 | |

Variasjonskvotienter:

Mellom plantesesonger: $F = \frac{680,93}{117,71} = 5,98^{xxx}$

Mellom serier innen plantesesonger: $F = \frac{260,66}{117,71} = 2,24$

En ser at variasjonskvotienten mellom plantesesonger er større enn den F-verdi som svarer til P = 0,001. Forskjellen er altså meget signifikant, når en regner med materialet fra normale år og normale plantemarker.

Ved å betrakte fig. 8 og tabell 18 ser en at middeltallene for prosent levende planter er temmelig jevne for de 4 første plantesesonger. En variansanalyse av resultatet for disse framgår av tabell 21.

Tabell 21.

| Variasjonsårsak *Source of Variation* | Frihetsgrader *Degrees of Freedom* | Kvadratsum *Sum of Square* | Varians *Mean* |
|---|---|---|---|
| Mellom plantesesonger *Between planting seasons* | 3 | 147,99 | 49,33 |
| Mellom serier innen plantesesongen *Between series within planting seasons* | 10 | 1407,90 | 140,79 |
| Rest — Samspill + slump-variasjon = feil *Rest — Interaction + Random Variation = Error* | 30 | 3261,01 | 108,70 |
| Sum samling | 43 | 4816,90 | |

Variasjonskvotienter:

Mellom plantesesonger: $F = \frac{108,70}{49,33} = 2,19$

Mellom serier innen plantesesonger: $F = \frac{140,79}{108,70} = 1,31$

Forskjellen er i begge tilfelle mindre enn den F-verdi som svarer til P = 0,05. Forskjellene er altså ikke signifikante.

En variansanalyse av materialet fra 4. og 5. plantesesong framgår av tabell 22.

Tabell 22.

| Variasjonsårsak<br>*Source of Variation* | Frihetsgrader<br>*Degrees of Freedom* | Kvadratsum<br>*Sum of Square* | Varians<br>*Mean* |
|---|---|---|---|
| Mellom plantesesonger<br>*Between planting seasons* | 1 | 2062,24 | 2062,24 |
| Mellom serier innen plantesesongen<br>*Between series within planting seasons* | 10 | 2257,14 | 225,71 |
| Rest — Samspill + slump-variasjon = feil<br>*Rest — Interaction + Random Variation = Error* | 10 | 1217,26 | 121,73 |
| Sum samling | 21 | 5536,64 | |

Variasjonskvotienter:

Mellom plantesesonger: $F = \frac{2062,24}{121,73} = 16,94^{xxx}$

Mellom serier innen plantesesonger: $F = \frac{225,71}{121,73} = 1,85$

Da variasjonskvotienten mellom plantesesonger er større enn den F-verdi som svarer til P = 0,001 er forskjellen meget signifikant.

Av dette kan en slutte: Ved planting av gran på vanlig granmark, og under normale klimaforhold oppnår en like godt resultat for plantesesongene 1) Vårplanting, 2) Tidlig sommerplanting, 3) Sen sommerplanting og 4) Tidlig høstplanting. Sen høstplanting derimot gir betydelig dårligere resultat. En bør derfor ikke plante senere enn til 1. september. Dette gjelder under forutsetning av at plantene får stå i planteskolen og vokse til de skal plantes ut.

## Diskusjon.

Bornebusch (1939) har utført plantetidsforsøk i Danmark med en rekke forskjellige nåletrær, deriblant også rødgran *(Picea abies)*. Han har også undersøkt rotutviklingen etter de forskjellige plantetider og det framgår at rotutviklingen er meget liten for de planter som er satt ut så sent som 1. september. Hos planter som ble satt ut 16. september og 3. oktober ble det ikke utviklet nye røtter (jfr. Bornebusch 1939 s. 118).

Ifølge Ladefoged (1946) er rotutviklingen hos gran om høsten meget avhengig av fuktigheten i jorda. Er det gunstige klimaforhold, kan gran i Danmark til dels vise en sterk rotutvikling også i oktober. Av det materiale som er diskutert i dette arbeid ser en også eksempel på at en sen høstplanting kan slå godt til, men det synes å være noe tilfeldig.

Når det i mine forsøk viser seg å være uheldig å plante senere enn 1. september beror det sannsynligvis på at ikke plantene rotfester seg før vinteren kommer. Selv om transpirasjonen etter 1. september er relativt liten, har et rotsystem som har tapt en stor del av de fineste rotspissene vanskelig for å erstatte vanntapet, da det er de nydannede røtter som er de mest virksomme. Dessuten har parasitter lettere for å angripe sårflater på røtter når rotvirksomheten er liten.

Planter en riktig tidlig om våren, kan plantene til dels bli stående i flere uker under så lave temperaturforhold at røttene ikke kan begynne å vokse. Er det dessuten tørt vær, er det meget uheldig for plantene.

Disse plantetidsforsøk har vist at det ikke er noen påviselig større avgang i plantetallet om en planter gran etter at den har begynt å skyte om våren. Det er således ingen grunn til å begynne plantingen så tidlig at en må arbeide i snøslaps og kulde. Arbeidsprestasjonene blir under slike forhold mindre og arbeidet har lett for å bli dårlig utført.

Hvis en regner med noenlunde normale klimaforhold, kan en som det framgår av tabell 18 og fig. 8 med godt resultat plante hele sommeren fra 1. mai til 1. september. Materialet tyder på at den aller beste plantetiden er fra midten av juli til midten av august. Da får plantene rikelig tid til å rotfeste seg samme sommer og derved er de bedre skikket for overvintring og vekststart påfølgende vår (jfr. Bornebusch 1939).

Røttene på planter som har begynt å skyte må, når de pakkes for transport, legges i fuktig mose. Den overjordiske del bør ligge mest

mulig luftig. Det framgår av disse forsøk at slike planter ikke tar skade av å ligge pakket i 5 døgn. Men best er det om en kan kjøre plantene uinnpakket på lastebil direkte til plantefeltet og plante dem ut samme eller påfølgende dag.

## Konklusjoner.

1. Under normale klima- og jordbunnsforhold kan en med godt resultat plante gran *(Picea abies)* så vel på Østlandet som i Trøndelag fra 1. mai til 1. september.

2. Sen høstplanting som utføres etter 1. september er betydelig dårligere.

3. Av plantesesongene: 1) vårplanting, 2) tidlig sommerplanting, 3) sen sommerplanting, 4) tidlig høstplanting og 5) sen høstplanting, synes tidlig høstplanting og vårplanting å gi det beste resultat.

4. I somre med unormale lange tørkeperioder som i 1947 oppnår en det beste resultat ved vårplanting og sen høstplanting.

5. Den sikreste måte å oppnå et godt planteresultat er å plante om våren, så lenge det er rikelig fuktighet i jordbunnen. Så snart tørkeperioden begynner, bør en innstille arbeidet og vente til forsommertørken er over. På Østlandet er det som oftest en periode med forsommertørke, men det er som regel rikelig nedbør fra begynnelsen av juli. Da er tiden inne til å fortsette plantearbeidet. I Trøndelag derimot er det meget sjelden forsommertørke og en kan med godt resultat plante sammenhengende fra våren av og til første september.

6. Hvis det er nødvendig å gå til planting på mark som har lett for å tørke ut (f. eks. grunn forvitringsjord), bør plantingen utføres i en nedbørrik periode på ettersommeren eller høsten.

# Planting experiments with Norway spruce (*Picea abies*) at different times during the growing season.


## *Summary.*

The problems treated in the present experiments were:

1. Can spruce be planted in Eastern Norway and in Trøndelag any time in the course of the growing season with satisfactory results?
2. At which time during the growing season, under normal conditions of climate and soil, does planting give the best results.

The experiments were carried out in 7 different places and covered a period of 10 years (cf. Table 1).

The normal precipitation for the districts in which planting experiments were established will be seen from Table 2.

Tables 3—16 (and Figures 1—7) contain the results obtained from each separate planting experiment, together with data for the precipitation and its distribution in the course of the growing season.

The plots in Skoger, Eidsvoll, Ås, and Harran were laid out on very good soils, which range among the best spruce soils in Norway. The plots in Brunlanes lie on coarse-grained, shallow soil which is apt to dry out in summer. The plantation in this district, dating from 1939, was severely attacked by *Hylobius abietes,* and the result was consequently inferior to those obtained from the other plots.

The plots in Hurum lie on relatively shallow morainic soil of medium quality class. The planting experiments were carried out during the summers of 1946 and 1947, as will appear from Table 1. The summer of 1947 was exceptionally dry (cf. Table 13), most of the plants from 1947, and a large part of those from 1946 died. As such exceptionally dry summers occur very seldom, the results from Hurum should be regarded as abnormal.

As a basis for a calculation of these planting experiments were used the percentage of living plants counted two growing seasons after the planting. When plants die more than 2 years after planting, it will as a rule be due to causes other than time of planting.

What had been planted prior to August 16th were in the present experiments considered as having survived one vegetation period in the autumn of the same year, as the roots of the plants after that date will grow sufficiently to enable the plants to root before winter comes. If the planting takes place after that date, on the other hand, the root development occurring before the winter arrives, will most often be so incomplete as to be of but minor consequence for the growth of the plants the following summer.

The material from the different experiments have in Table 17 been grouped in 5 planting seasons, according to time of planting: 1) Spring planting, 2) early summer planting, 3) late summer planting, 4) early autumn planting, and 5) late autumn planting.

In Table 18 will be found means for percentage of surviving plants after 2 vegetation periods for the whole material, and also for the whole material less the material from Sætre Bruk and Fritzøe Verk 1939. As the results from these experiments are very abnormal owing to the plants being attacked by *Hylobius abietes,* and to unfavourable conditions as to climate and soil, the results obtained from the remaining material will be of greater interest.

## Conclusions.

1. Under normal conditions of climate and soil we can plant spruce in South-Eastern Norway, as well as in Trøndelag, from May 1st to September 1st with satisfactory results.

2. Late autumn planting carried out after September 1st is of much less value.

3. Of the planting seasons: 1) Spring planting, 2) early summer planting, 3) late summer planting, 4) early autumn planting, and 5) late autumn planting, early autumn planting and spring planting seem to give the best results.

4. In summers with abnormally long periods of drought, as in 1947, spring planting and late autumn planting give the best results.

5. The surest way of attaining good results of planting is to plant in spring, while there is still an abundance of moisture in the ground. As soon as the period of drought begins, the work should be stopped and not resumed till the early summer drought has passed. In South-Eastern Norway there is usually a period of drought in early summer, but the precipitation is as a rule abundant from the beginning of July. It is then time to continue the planting work.

In Trøndelag, on the other hand, droughts in early summer occur very seldom, and one can plant continuously from spring to September 1st with good results.

6. If the planting is to take place in soil likely to dry out (e.g. shallow, disintegrated soil), the planting should be carried out in a period rich in precipitation during late summer or in autumn.

## Litteratur.

*Bonnier, G. och Tedin, O.,* 1940. Biologisk variationsanalys, Stockholm.
*Bornebusch, C. H.,* 1939. Sommerplanting av Naaletrær. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, Fjortende Bind.
*Ladefoged, K.,* 1946. Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. Sekstende Bind.
*Mork, E.,* 1941. Om sambandet mellom temperatur og vekst. Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen, Bind VIII, hefte 1.

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

LARS STRAND

# Undersøkelse angående den innflytelse som kvelstofftapet ved salpeterfabrikasjonen har på granas diametertilvekst.

*Investigations on the effect of the N loss, occuring under the saltpetre production, on the diameter increment of the Norway spruce (Picea abies (L) Karst).*

# Innhold.


Side

Forord ..... 83
Innledning ..... 85
I. Vestfjorddalen ..... 88
II. Rjukan salpeterfabrikker, kvelstofftap under produksjonen ..... 91
III. Planlegging ..... 94
IV. Innsamling av materialet ..... 95
V. Foreløpig behandling av materialet ..... 98
VI. Årringindeks ..... 100
VII. Videre bearbeidelse ..... 105
Diskusjon ..... 112
Konklusjon ..... 122
*Investigations on the effect of the N loss occuring under the saltpetre production, on the diametre increment of the Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.)* ..... 123
Litteraturfortegnelse ..... 127

# Forord.

Gjødslingsproblemer i skogbruket har vært meget lite undersøkt her hjemme. Når en ser bort fra gjødsling på myr, foreligger ikke noe fullstendig bearbeidet, skoglig gjødslingsforsøk.

Det er derfor meget gledelig at Norsk Hydro har villet ta opp dette spørsmål til løsning. For tiden pågår utstrakte gjødslingsforsøk på forskjellige steder i landet for Norsk Hydros regning. Den foreliggende undersøkelse utgjør på en måte et ledd i disse forsøkene.

Undersøkelsen er utført i samarbeid med Det norske Skogforsøksvesen, Norsk Hydro har finansiert den.

Jeg er professor EIDE meget takknemlig fordi han har overlatt meg denne interessante oppgaven, og fordi han har drøftet den med meg, og for øvrig latt meg arbeide selvstendig.

Mens undersøkelsen har pågått, har jeg fått meget hjelp og støtte av Norsk Hydros funksjonærer, spesielt eiendomsbestyrer TH. A. LANGE og skogsformann BERGE, begge Rjukan.

Bearbeidelsen av materialet er blitt meget lettet takket være den veiledning og de gode råd skogdirektør LANGSÆTER har gitt meg.

De innsamlede humusprøvene er analysert ved Det norske Skogforsøksvesen. Analysene er utført av laboratorieassistent ÅGOT RØED under ledelse av professor dr. MORK.

Skogbruksstudent ARNE SULLAND har hjulpet meg med markarbeidet.

Oversettelsen av sammendraget til engelsk er utført av fru JOHANNA M. ORDING.

Til disse retter jeg min beste takk.

Vollebekk i mai 1950.

Lars Strand.

# Innledning.

Fra tid til annen har det i diskusjoner og i fagpressen vært reist spørsmålet om ikke avkastningen av våre skoger kunne økes ved bruk av forskjellige gjødslingsmidler. I Norge er det imidlertid ikke publisert noe gjødslingsforsøk (jeg ser i det følgende bort fra gjødsling av planteskoler), så en må bedømme mulighetene for bruk av gjødslingsmidler på grunn av forsøk som er utført i andre land. Men dette blir et meget svakt grunnlag å bygge på. For det første fordi mange forsøk er lagt slik an at det er vanskelig å trekke noen sikre slutninger av dem, og for det andre fordi det er nokså forskjellige forhold i de land hvor gjødslingsforsøk er foretatt, og i Norge. Dette vanskeliggjør en overføring av resultatene.

Formålet med den foreliggende undersøkelse er å avgjøre hvorvidt det tap av kvelstoff i gassform som finner sted ved Rjukan salpeterfabrikker, har noen innflytelse på veksten av trærne i traktene omkring.

Det kan være av interesse å se hvilke resultater en er kommet til angående virkningene av kvelstoffholdige gjødslingsmidler i andre land. Professor Wiedemann (1932) har gitt ut en oversikt over det kjennskap en i den tid hadde til gjødsling i skogbruket. Oversikten omfatter temmelig mange forsøk, men dessverre er det få som er utført med kvelstoffholdig kunstgjødsel, i alt 21. Resultatene var: Ved gjødsling med svovelsur ammoniakk kunne en på 8 felter med furu ikke påvise noen virkning. På 1 granfelt var det muligens en vekstøkning, mens et annet granfelt ikke ga noe utslag. Ved gjødsling med chilesalpeter ble registrert sikker vekstøkning på 3 furufelter og 1 granfelt. På 5 andre furufelter og 2 granfelter kunne ikke iaktas noen forandringer i veksten. I det nordtyske hedeområdet, ga gran større utslag enn furu iflg. Wiedemann.

Fabricius (1940) har offentliggjort resultatene av et forsøk med gjødsling i furuskog i Rhindalen. Trærne var 33 år ved gjødslingen.

Jordbunnen de vokste på sand. Kvelstoffholdige gjødslingsmidler ga store utslag i motsetning til de kvelstoffrie.

I tyske handbøker i skogbruksvitenskap har gjødslingsproblemene i skogbruket i noen grad vært berørt. LANG (1926) sier om kvelstoffet: «Die Rolle des Stickstoffs im Waldboden ist noch wenig geklärt.» LOREY (1926) går derimot utførligere inn på spørsmålet: «Die Forstdüngung hat nur Zweck auf den ärmsten und armen Boden — — Da die geringeren Waldböden nach den vorliegenden Nährstoffmangelversuchen ziemlich überwiegend Mangel an Stickstoff haben, heisst das Problem der Forstdüngung Stickstoffzufuhr. — — Die Anwendung der künstlichen Stickstoffdünger scheitert am Kostenpunkt. Ausserdem ist ihre Wirkung infolge des Umstandes dass sie durch die Niederschläge leicht gelöst und rasch in die Tiefe gefürt werden, verglichen mit dem Aufwand, zu gering. Die Wurzeln der Holzpflansen sind gar nicht in der Lage, den ihnen nur vorübergehend in reichlichem Masse zu Gebote stehenden Stickstoff auszunützen.» Lorey foreslår av denne grunn grønngjødsling (f. eks. med lupiner) som har vist seg å gi meget gode resultater. Det kan imidlertid være at den store virkning en får med grønngjødsling, ikke bare skyldes kvelstofftilførsel, men også at marken tilføres organisk stoff.

GAST (1937) og MITCHELL (1934 og 1939) har for forskjellige slags furuplanter funnet en meget god korrelasjon mellom tilsatt mengde kvelstoffgjødsel og vekten av plantene etter gjødsling. Det viste seg også at en fikk like godt resultat hvis kvelstoffmengden ble målt ved kvelstoffinnholdet i nålene. Forsøkene ble foretatt med pottekulturer.

MITCHELL og CHANDLER (1939) har foretatt utstrakte forsøk med forskjellige lauvtrær i Nord-Amerika. På alle felter ga kvelstoffgjødslingen god virkning. Det var også meget god sammenheng mellom årringbredden og kvelstoffkonsentrasjonen i bladene.

Særlig interesse for foreliggende undersøkelse har Hesselmanns forsøk (HESSELMANN 1937).

Hensikten med forsøket var å forsøke å forbedre veksten i ca. 200 år gammel, senvoksen granskog, ved hjelp av gjødsling. Det ble utlagt to forsøksruter, hver på 100 $m^2$. Den ene ruten ble vannet med en ammoniumnitratoppløsning en gang i uken i vekstperioden. Den andre ruten fikk tilsvarende kvanta rent vann. Forsøket begynte i 1924 og ble fortsatt til 1929. Grunnen til at det da ble avbrutt, var at en ikke kunne iaktta noen tydelig framgang på de to feltene. Høsten 1932 ble forsøket gjenopptatt, idet det da var visse tegn som tydet på at gjøds-

lingen hadde hatt en virkning. I alt fikk den ene flaten på 100 m² i årene 1924—29 og 1933—34 en årlig tilførsel av kvelstoff svarende til 364 gr. N dvs. 4,7 % av total N i humusdekket.

Diametertilveksten ble analysert ved hjelp av årringprøver som var tatt på det gjødslete feltet, og et par sammenligningsfelter i nærheten. «Från och med 1926 visar kväveytan en kraftig ökning i diametertillväxten varigenom den skiljer sig från övriga ytor, som ytterst nära följa varandra i avseende på diametertillväxtens storlek och gång.» Økningen i diametertilveksten varierte imidlertid meget fra tre til tre. «En närmare granskning av träden inom kväveytan visar att tillväxtökningen hos granen är allmän, av 26 undersökta granar visa 22 en bestämd ökning i årsringsbredden växlande från 4,8 % till 133 %.»

MALMSTRÖM (1949) omtaler noen andre svenske gjødslingsforsøk. I 1937 ble det anlagt et nytt kvelstoffgjødslingsforsøk i sentvoksende granskog. Inngående tilvekstundersøkelse er ennå ikke utført, så det er vanskelig å si noe bestemt om resultatet. De første årene etterat forsøket var begynt, inntrådte visse forandringer i vegetasjonen. Bl. a. fikk enkelte furuer og graner lengre årsskudd og mørkere bar. Dette gjaldt særlig yngre trær. I de senere år er imidlertid foregått et «tilbakefall» idet vegetasjonen på den gjødslete flaten nå er mer lik den omkringliggende skogens vegetasjon.

Sommeren 1944 ble Hesselmanns forsøk komplettert av professor Romell med 5 nye forsøksflater. På en flate ble det gjødslet med bare ammoniumnitratoppløsning. De øvrige flatene ble dessuten gjødslet med treaske eller fosforsyre. «Reaktion märktes redan 1945 där ammoniumnitrat hade tillförts, ensamt eller tillsammans med träaska eller fosforsyra och den har sedan starkt ökat.» I 1946 hadde de fleste yngre og middels gamle granene fått bedre toppskudd, men ikke de eldre. I 1948 begynte også disse å få lengre toppskudd.

Som nevnt i forordet er det igang gjødslingsforsøk i norske skoger. Forsøkene er ikke bearbeidet ennå. På henvendelse, svarer lederen av forsøkene, skogbestyrer Obel: «Jeg reviderte en del flater på høy bonitet, gran, i fjor. Flatene var gjødslet med både kalksalpeter og fullgjødsel med til dels sterke doser. Resultatet var imidlertid nokså nedslående for begge gjødselsorters vedkommende. Vekstøkningen var minimal. På dårligere boniteter derimot ser det ut til at granen reagerer kraftigere, men jeg tror neppe at gjødsling blir økonomisk forsvarlig her heller. Furu på dårligere boniteter reagerer kraftig og på myr likeledes — —.»

Enkelte begrep kommer til å gå igjen nokså ofte i det følgende.

For å unngå unødige gjentakelser og misforståelser, vil jeg her si i hvilken mening jeg bruker dem:

Årringserie: En serie mål for årringbredder, ordnet kronologisk, og uten at korreksjoner for klimapåvirkning o. l. er foretatt.

Livskurve: En kurve (funksjon) som best mulig skal gjengi hvordan årringbreddene for de enkelte år ville vært om ikke trærne hadde vært påvirket av korttidsvekslinger i klimaet. Med korttidsvekslinger menes klimavekslinger med «bølgelengde» mindre enn halvparten av det tidsrom livskurven strekker seg over.

Årringindeks: En rekke tall, i kronologisk orden, beregnet ved at leddene i en årringserie settes i forhold til verdien av livskurven for samme år. Indeksens ledd kalles indekstall.

Kvelstoffgjødsling: Den gjødsling som skjer i Vestfjorddalen på grunn av kvelstofftapet fra salpeterfabrikkene.

Reaksjon: Den økning i årringbredden som skyldes virkningene av kvelstoffgjødslingen.

Denne undersøkelsen gjelder bare gran.

## I. Vestfjorddalen.

Vestfjorddalen skjærer seg som en dyp renne ned i det omkringliggende høyfjellsplatå. Dalbunnen er ca. 300 m o. h. ved Rjukan, men noe høyere lenger opp i dalen, ved Vemork ca. 450 m o. h. Mellom Rjukan og Vemork er dalretningen øst—vest. Dalen er meget trang, med bratte sider, og ble i det vesentlige utformet før siste istid.

Liene går opp til ca. 1000 m o. h., overgangen mellom li og fjell er mange steder ganske brå. Skogen går ikke stort høyere enn til denne overgangen.

De geologiske forhold er ganske godt kjent, se f. eks. WYKOFF (1933). Området ligger i sin helhet innen «Telemarkformasjonen». I Vestfjorddalen og nord for denne, består fjellet av metamorfe bergarter av vulkansk opprinnelse, både tuff og lava. Werenskiold har kalt dem porfyroider. Syd for Vestfjorddalen ligger et lag sedimentære bergarter, vesentlig kvartsitt, oppå de vulkanske dannelsene. Den linjen som danner grensen i dagen mellom disse to bergartsserier går omtrent parallelt med overgangen mellom Vestfjorddalen og fjellene

Tabell 1.

Gjennomsnittlig temperatur og nedbør for Rjukan, månedene januar, februar, juni, juli, august og desember. Desember er regnet med i det følgende år.

*Average temperature and precipitation for Rjukan during the months: January, February, June, July, August and December. December has been included in the following year.*

| År *Year* | Gjennomsnittlig temperatur *Average temperature* | | Nedbør i mm *Precipitation in mm* | |
|---|---|---|---|---|
| | Vinter *Winter* | Sommer *Summer* | Vinter *Winter* | Sommer *Summer* |
| 1920 | | 13,96 | | 212,10 |
| 1921 | — 2,48 | 13,93 | 110,60 | 97,00 |
| 1922 | — 4,00 | 13,53 | 99,44 | 299,30 |
| 1923 | — 1,08 | 13,47 | 110,19 | 151,30 |
| 1924 | — 3,26 | 14,70 | 59,30 | 455,25 |
| 1925 | + 1,73 | 16,00 | 190,21 | 159,40 |
| 1926 | — 4,02 | 15,73 | 134,10 | 399,85 |
| 1927 | — 0,98 | 14,33 | 148,36 | 535,05 |
| 1928 | — 3,97 | 14,27 | 131,40 | 205,00 |
| 1929 | — 6,23 | 12,60 | 45,20 | 217,40 |
| 1930 | — 0,60 | 16,17 | 235,00 | 439,00 |
| 1931 | — 3,37 | 12,70 | 204,90 | 197,05 |
| 1932 | + 0,62 | 15,08 | 75,90 | 286,40 |
| 1933 | — 1,55 | 16,60 | 171,60 | 277,80 |
| 1934 | + 0,40 | 15,80 | 114,70 | 484,50 |
| 1935 | — 0,79 | 15,87 | 222,20 | 190,70 |
| 1936 | — 3,17 | 15,97 | 232,80 | 219,80 |
| 1937 | — 2,80 | 16,07 | 197,30 | 270,60 |
| 1938 | — 2,80 | 14,80 | 162,60 | 448,30 |
| 1939 | — 2,10 | 14,47 | 266,10 | 518,50 |
| 1940 | — 6,70 | 14,90 | 51,70 | 274,20 |
| 1941 | — 6,30 | 16,27 | 78,90 | 354,70 |
| 1942 | — 6,10 | 14,70 | 70,00 | 255,60 |
| 1943 | — 1,50 | 14,60 | 169,40 | 280,60 |
| 1944 | — 1,47 | 15,23 | 65,20 | 275,50 |
| 1945 | — 3,37 | 14,50 | 187,60 | 232,50 |
| 1946 | — 3,13 | 14,00 | 186,30 | 316,00 |
| 1947 | — 6,67 | 16,60 | 111,30 | 138,70 |
| Middel *Mean* | — 2,80 | 14,89 | 141,93 | 292,59 |

sønnenfor. Langs denne grenselinjen ligger også noen mindre partier granitt og gabbro.

De løse avleiringer er vesentlig morenedannelser. I den forholdsvis flate dalbunnen er dekket ganske tykt, mens det i liene er mer varierende. I sørhellinga, like nord for Rjukan, er dekket så tynt og solinnstrålingen så sterk at trærne vokser dårlig, men på de fleste andre steder med tynt dekke, er veksten meget god. Dette skyldes nok for en stor del det jevne tilsig av fuktighet fra høyereliggende strøk.

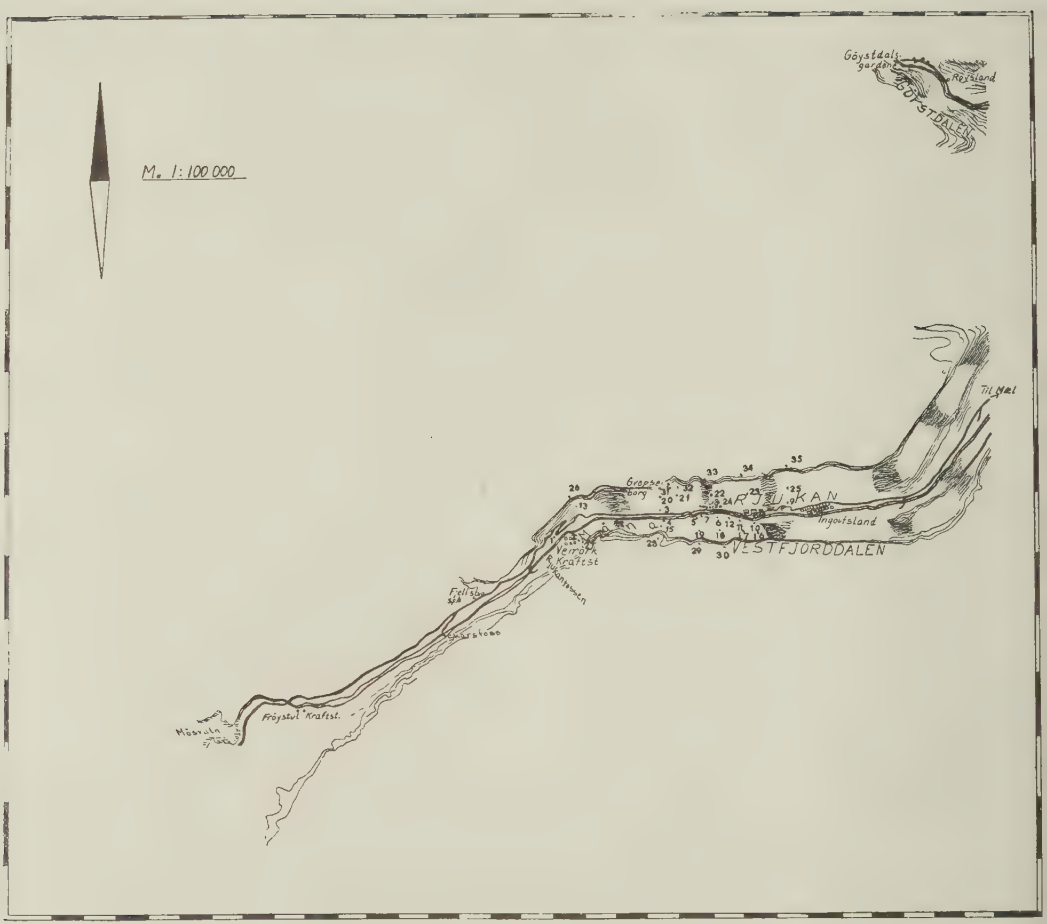



Fig. 1. Skisse over Vestfjorddalen og traktene omkring. Tallene angir feltenes nummer.
*Map sketch of Vestfjorddalen and neighbouring tracts. Figures represent the number of the plot.*

Vegetasjonen er jevnt over lite varierende. Treslagene er overveiende gran og bjørk. På grunn av de særdeles vanskelige driftsforhold har det mange steder sikkert aldri foregått hogst, skogen er meget ujevn, med glisne og tette partier om hverandre.

Markvegetasjonen er ganske urterik. Nederst i liene er den meget frodig. Spesielt fins det meget store bringebærkratt. Det er ikke uvanlig at de når meget over mannshøyde. Frodigheten avtar jo høyere en kommer. Men selv øverst oppe i liene er det ofte bra innslag av urter. Typisk blåbærmark er det nesten håpløst å finne i lavere strøk.

Det lar seg for tiden ikke avgjøre i hvilken grad kvelstoffgjødslingen har påvirket markvegetasjonen. Riktignok er den påfallende frodig, men på grunn av dalens beskaffenhet kan det skyldes at det om sommeren på slike steder er rene drivhusforhold.

Det er ikke opprettet noen meteorologisk stasjon på Rjukan, men det er tatt nedbør- og temperaturmålinger ved salpeterfabrikkene fra 1920. Middeltallene for månedene desember, januar, februar og juni, juli, august gjengis i tabell 1.

Skisse over traktene omkring Vestfjorden i fig. 1.

## II. Rjukan salpeterfabrikker, kvelstofftap under produksjonen.

Rjukan salpeterfabrikker ligger på sørsida av Måna, ganske nær Rjukan st. på Rjukanbanen. Høyde over havet ca. 320 m. Fabrikkene ligger en del nærmere den søndre dalside enn den nordre. Dalbunnen er her mellom 500 m og 1 km bred. På sørsida går lia rett opp fra fabrikkene og er en del brattere på denne sida enn på den andre.

Arbeidet med reisingen av fabrikkene begynte omkring 1905—06. Høsten 1911 kom den første driften i gang. Det var med lysbuemetoden og restgassabsorpsjon i soda. 1. april 1929 ble det satt i gang $NH_3$-syntese ved siden av lysbuemetoden. Fra november 1935 blir restgassabsorpsjonen foretatt med ammoniakk istedenfor med soda. 3. april 1940 ble salpeterfabrikasjonen etter lysbuemetoden nedlagt.

Så lenge fabrikkene har vært i gang, har det foregått en del kvelstofftap på grunn av ufullstendig absorpsjon. De kvelstoffholdige forbindelsene som ikke blir absorbert, strømmer ut i atmosfæren. Det absolutte kvelstofftapet har variert en del fra år til år og likeså mengdeforholdet mellom kvelstofforbindelsene. På grunnlag av kvantum

Tabell 2.

Kvelstofftap til atmosfæren, tonn N/år.

*Loss of nitrogen to the atmosphere, Tons of N per year.*

| År *Year* | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1910 | | | | 330 | 400 | 400 | 470 | 750 | 810 | 770 |
| 1920 | 900 | 1100 | 1050 | 1050 | 910 | 1320 | 1250 | 1180 | 1680 | 1190 |
| 1930 | 670 | 480 | 480 | 570 | 290 | 590 | 1080 | 1000 | 870 | 1120 |
| 1940 | 570 | 160 | 140 | 260 | 220 | 460 | 280 | 250 | 250 | |

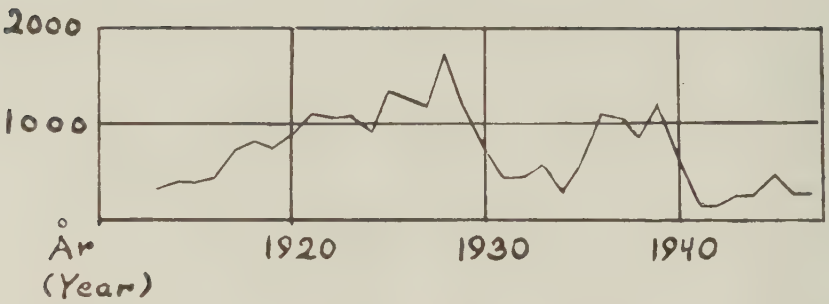



Fig. 2. Beregnet kvelstofftap i tonn N/år.
*Calculated loss of nitrogen in tons of N per year.*

produsert N og absorpsjonsprosenten er kvelstofftapet til atmosfæren utregnet for de enkelte driftsår, tabell 2 og fig. 2.

Driftsåret er regnet fra 1. juli til 30. juni. Tallene over kvelstofftapet er oppført under det siste årstall. For driftsåret 1912/13, under 1913 osv.

Gjennomsnittlig er kvelstofftapet i perioden 1911—29 nesten dobbelt så stort som i perioden 1930—48.

Siden 1920 er det foretatt analyser av nedbøren ved Rjukan. I 1933 ble undersøkelsene utvidet slik at det fra den tid er foretatt analyser fra Mæl, Ingolfsland, Rjukan, Gvepseborg, Vemork og Frøystul. Så vidt jeg har kunnet bringe på det rene, er undersøkelsene ikke lagt slik an at det er mulig å si hvor stor feil hver enkelt måling er beheftet med. Som tabell 3 viser, er det forholdsvis liten korrelasjon mellom årsresultatene for de forskjellige stasjoner. Dette gjelder både den totale mengde N og $HNO_3$ og $NH_3$. Det er mulig at det er en sammenheng melllom disse forhold og det faktum at det leilighetsvis finnes rent kolossale mengder kvelstoff i nedbøren. En er ennå ikke kommet til klarhet over hva dette skyldes.

Et annet forhold som er verd å merke seg, er at det er større kvelstoffinnhold i nedbøren ved Vemork enn ved Ingolfsland. Vemork ligger lenger oppe i dalen enn Rjukan (vestenfor), Ingolfsland lenger nede. Avstanden Rjukan—Vemork er imidlertid ca. dobbelt så stor som avstanden Rjukan—Ingolfsland. Lokalkjente folk sier at det er absolutt mer vestenvind enn østenvind, og dette stemmer også med vindobservasjoner som er foretatt på salpeterfabrikken. Når det likevel er mer kvelstoff i nedbøren ved Vemork, henger det antagelig sammen med spesielle klimatiske forhold.

Tabell 3.

Nedbørens innhold av kvelstoff mg N/m².

*N content of precipitation mg of N per sq. m.*

| | Mæl | | | Ingolfsland | | | Rjukan | | | Gvepseborg | | | Vemork | | | Frøystul | | | Nedbør Rjukan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $NH_3$ | $HNO_3$ | Σ N | $NH_3$ | $HNO_3$ | Σ N | $NH_3$ | $HNO_3$ | Σ N | $NH_3$ | $HNO_3$ | Σ N | $NH_3$ | $HNO_3$ | Σ N | $NH_3$ | $HNO_3$ | Σ N | mm |
| 1933 | | | 358,6 | | | 769,6 | 818,5 | 7925,0 | 8743,5 | | | 179,2 | | | 914,2 | | | 155,8 | 618,2 |
| 1934 | 1656,0 | 172,0 | 1828,0 | 3120,0 | 418,7 | 3538,7 | 9330,0 | 6275,0 | 15605,0 | 274,0 | 44,7 | 318,7 | 3607,0 | 234,2 | 3841,2 | 351,0 | 83,7 | 434,4 | 1287,9 |
| 1935 | 444,0 | 65,5 | 509,5 | 1018,5 | 360,3 | 1378,8 | 3749,0 | 5978,0 | 9727,0 | 416,5 | 39,4 | 455,9 | 1332,5 | 86,9 | 1419,4 | 303,5 | 73,8 | 377,3 | 893,0 |
| 1936 | 686,4 | 79,3 | 765,7 | 1085,2 | 74,2 | 1159,4 | 2787,0 | 3702,5 | 6490,0 | 371,5 | 21,3 | 392,8 | 1383,1 | 99,6 | 1482,7 | 195,1 | 23,6 | 218,7 | 723,1 |
| 1937 | 1147,0 | 101,7 | 1248,8 | 988,4 | 151,7 | 1140,2 | 2556,7 | 5865,8 | 8422,5 | 687,7 | 131,7 | 819,4 | 1142,8 | 261,2 | 1404,0 | 470,4 | 122,2 | 592,6 | 881,1 |
| 1938 | 735,8 | 112,7 | 848,5 | 645,1 | 74,4 | 719,5 | 2537,1 | 2613,9 | 5151,0 | 267,1 | 59,3 | 326,4 | 496,9 | 92,6 | 589,5 | 173,5 | 106,6 | 280,1 | 1047,3 |
| 1939 | 761,0 | 99,5 | 860,5 | 697,6 | 95,7 | 793,3 | 1790,0 | 2858,0 | 4648,0 | 621,1 | 732,9 | 1354,0 | 1022,1 | 1414,2 | 2436,3 | 161,5 | 72,1 | 233,6 | 894,9 |
| 1940 | 791,2 | 122,0 | 913,2 | 425,0 | 193,1 | 618,1 | 1132,0 | 2160,0 | 3292,6 | 201,1 | 138,5 | 339,6 | 480,7 | 212,5 | 693,2 | 89,7 | 86,4 | 176,1 | 740,4 |
| 1941 | 723,8 | 206,9 | 930,7 | 378,1 | 155,5 | 533,6 | 997,7 | 1947,0 | 2944,7 | 809,3 | 184,9 | 994,2 | 550,7 | 184,0 | 734,7 | 73,1 | 113,3 | 186,4 | 626,7 |
| 1942 | 804,5 | 148,0 | 952,5 | 761,0 | 191,2 | 952,2 | 1638,9 | 2118,7 | 3757,6 | 358,2 | 130,0 | 488,2 | 531,3 | 165,5 | 696,5 | 111,4 | 98,0 | 209,4 | 823,1 |
| 1943 | 1482,9 | 153,8 | 1636,7 | 855,2 | 497,4 | 1352,6 | 1481,2 | 2123,3 | 3604,5 | 375,3 | 150,9 | 526,2 | — | — | — | 167,7 | 142,4 | 310,1 | 815,4 |
| 1944 | 749,9 | 222,9 | 972,8 | 1158,0 | 358,6 | 1516,6 | 1913,7 | 2891,9 | 4805,6 | — | — | — | — | — | — | 370,0 | 158,8 | 528,8 | 936,0 |
| 1945 | 667,7 | 282,4 | 950,1 | — | — | 915,2 | 1385,2 | 2644,1 | 4029,3 | — | — | — | — | — | — | 172,3 | 174,8 | 347,1 | 745,0 |
| 1946 | 567,4 | 247,0 | 814,4 | 666,1 | 301,0 | 967,1 | 1738,2 | 3097,5 | 4835,7 | 770,9 | 216,5 | 987,4 | — | — | — | 280,0 | 307,2 | 587,2 | — |

## III. Planlegging.

For å undersøke hvor stor virkning kvelstoffgjødslingen har hatt på skogens vekst, og for å få mer greie på forholdene i Vestfjorddalen, ble det foretatt en foreløpig undersøkelse våren 1948.

Skjønnsmessig ble valgt ut en del trær på steder med forskjellig beliggenhet i forhold til fabrikken. Av disse trærne ble så uttatt årringprøver ved hjelp av tilvekstbor. Prøvene ble oppmålt ved hjelp av mikroskop (som omtalt senere). På grunnlag av dette materialet så det ut til at en eventuell positiv virkning av kvelstoffgjødslingen måtte være ganske liten. Da det bare sto begrenset tid og midler til rådighet, ble det funnet hensiktsmessig å innskrenke undersøkelsene til å gjelde den innflytelse gjødslingen har hatt på diametertilveksten. Derved oppnådde en å forenkle undersøkelsen slik at en kunne få forholdsvis større materiale.

Det viste seg at det var umulig å få så god rede på forholdene i Vestfjorddalen før fabrikken ble anlagt, at det kunne være til noen nytte for undersøkelsen. Skal en da forsøke å finne hvorvidt det har vært noen reaksjon i diametertilveksten, må dette skje ved analyse av årringmateriale. Årringanalyser som har vært foretatt andre steder, har vist at årringenes bredde varierer meget fra år til år, dels på grunn av klimatiske årsaker, dels på grunn av andre årsaker. Videre har de vist at årringbredden for et og samme tre, stort sett viser en synking fra margen og utover. En kaller denne synkingen aldersvirkning. Hvor sterk synkingen er, og hvordan den forløper, avhenger til en viss grad av hvordan treet står i bestandet og hva slags bestand det er. Ytre inngrep som hogst o. l. kan forstyrre denne forholdsvis regelmessige synkingen.

For å kunne eliminere aldersvirkningen og de variasjonene i årringbredden som skyldes mer tilfeldige årsaker, må en ha prøver fra mange trær.

Årringmaterialet må innsamles fra prøvesteder eller felter på forskjellige steder i Vestfjorddalen. Det ville være gunstig om feltene kunne legges i skog som bevislig hadde vært urørt de siste 60—70 år. På grunn av den måten en må gripe problemet an på, kan hogst o. l. bringe store forstyrrelser og feil inn i materialet. Imidlertid var det umulig å få sikker rede på hvor det ikke hadde vært hogd (når en ser bort fra de siste 15—20 år). Feltene må derfor fortrinsvis legges slik til at det på grunn av terrengforholdene er lite sannsynlig at det

har foregått hogst. Dette er tilfelle enkelte steder hvor liene er så bratte at det er nesten livsfarlig å bevege seg der. Ellers må en forsøke å finne steder som ikke viser spor etter tidligere hogst, dvs. stubber o. l.

Det er grunn til å anta at virkningen av en viss gjødselmengde er forskjellig på forskjellig slags mark (bonitet). Det ville derfor være gunstig om feltene kunne plaseres på forskjellige marktyper.

For til en viss grad å kunne bedømme hvordan klimaet har preget årringene, må innsamles materiale fra et nabodalføre som har lignende terrengforhold som Vestfjorddalen, men som ligger utenfor det område hvor fabrikken kan ha påvirket skogen.

## IV. Innsamling av materialet.

Skjønnsmessig ble utvalgt felter i Vestfjorddalen, Gøystdalen og ved Skarsfoss, idet det er gått ut fra at skogen i Gøystdalen og ved Skarsfoss ikke er påvirket av kvelstofftapet fra fabrikken. Materialet fra feltene i Gøystdalen og ved Skarsfoss skal nemlig siden brukes til å korrigere materialet fra Vestfjorddalen for klimapåvirkninger.

I Gøystdalen ble det utvalgt 11 felter fordelt på 3 høydelag, nemlig 300 m o. h. (dalbunnen), 600 m o. h. og 850 m o. h. Høydene ble uttatt ved hjelp av gradteigkart. Alle feltene ligger innenfor en sirkel med radius ca. 1,5 km, sentrum mellom Gøystdalsgardene og Røysland.

Ved Skarsfoss ble utlagt 3 felter mellom Fjellstua og Skarsfoss-dammen, alle i ca. 900 meters høyde.

I Vestfjorddalen ble utlagt 35 felter mellom Ingolfsland og Rjukanfossen. Feltene har forskjellig avstand fra fabrikken og ligger i 3 forskjellige «høydelag», nemlig i dalbunnen, midt i lia og ved toppen av lia. På grunn av at dalbunnen er en del høyere ved Vemork enn ved Rjukan, ligger ikke alle feltene innen samme høydelag i samme absolutte høyde, men høydeforskjellen innen høydelagene er liten i forhold til forskjellen mellom høydelagene. Fordelingen av feltene framgår av fig. 1.

I det følgende benevnes alle feltene fra øverste høydelag som tilhørende en gruppe: 900 m, felt fra midterste høydelag: 600 m og fra laveste høydelag: 300 m.

Det ble påsett at det ikke var større vekslinger i jordbunnsforhold, skogtype og bonitet innen hvert felt. Skjønnsmessig ble så utvalgt 5 herskende trær som ikke sto inntil hverandre. På hvert av disse trærne

Tabell 4.

Utdrag av feltboka.

*Extract of the field observations.*

| Felt nr. | Beliggenhet | Eks-pos. | Tetthet | Skogtype | Fukt.forhold |
|---|---|---|---|---|---|
| | 300 m | | | | |
| 1 | Overfor Vemork | S-Ø | 0,4 | G-U | Fukt. |
| 2 | Under Vemork | N | 0,6 | G-U | Frisk |
| 3 | Over Hafstaul | S | 0,8 | G-U | Frisk |
| 4 | Mellom jernbanen og Måna, nord Klokshovda | N | 0,8 | G-U | Frisk |
| 5 | Levdalsåi | N | 0,8 | M-urt | Frisk-tørr |
| 6 | Ovenfor fabrikken | N | 0,7 | M-urt | Frisk |
| 7 | Krosso-Måna | S | 0,5 | G-U | Frisk-tørr |
| 8 | Over Rjukan, 50 m høyere fab. | S | 0,5 | G-U | Frisk |
| 9 | Ovenfor Rjukan kirke | S | 0,3 | G-U | Frisk |
| 10 | Vest Ruse | N | 0,8 | M-urt | Frisk |
| 11 | Ovenfor «Vannstoffen» | N | 0,6 | G-U | Frisk |
| 12 | 100 m øst Såheim | N | 0,6 | G-U | Frisk |
| | 600 m | | | | |
| 13 | Våerelven, Trågåsvolkdalen | S | 0,3 | ? | Tørr |
| 14 | Over Vemork | N | 0,7 | M-urt | Frisk |
| 15 | 500 m v. Klokshovda | N-Ø | 1,2 | G-U | Frisk-fukt. |
| 16 | Over Såheim | N | 0,8 | M-urt | Frisk |
| 17 | Vest Ruse | N | 0,9 | G-U | Frisk |
| 18 | Vest Grannuten | N | 0,8 | M-urt | Frisk |
| 19 | Vest Levdalsåi | N | 0,7 | M-urt | Frisk |
| 20 | Lislestaul-Hafstaul | S | 0,7 | M-urt | Frisk |
| 21 | Nedenfor Hengjelie | S | 1,0 | M-urt | Frisk-tørr |
| 22 | Ned for Borhellestaul | S | 0,4 | M-urt | Tørr |
| 23 | Ovenfor Bøen | S | 1,0 | M-urt | Frisk-tørr |
| 24 | Ovenfor Administrasjonsbygn. | S | 0,8 | G-U | Frisk |
| 25 | Ovenfor Rjukan kirke | S | 0,6 | M-urt | Frisk |
| | 900 m | | | | |
| 26 | 300 m s-sø Grendalseter | S | 0,4 | G-U | Frisk |
| 27 | Øst rørledningen Vemork | N | 0,3 | B. M-urt | Frisk |
| 28 | Vest Klokshovda | N | 0,3 | G-U | Frisk-fukt. |
| 29 | Øst Nystaul | N | 0,5 | B | Frisk |
| 30 | Dakkestaul | N | 0,7 | M-lyng | Frisk |
| 31 | Skarstaul-Lislestaul | S | 0,7 | M-urt | Frisk |
| 32 | Hengjelie | S | 0,6 | M-urt | Frisk |
| 33 | Vest Dalseter | S | 0,4 | M-urt | Frisk-tørr |
| 34 | Bjørnstigen | S | 0,7 | G-U | Frisk |
| 35 | Over Rjukan kirke | S | 0,7 | M-lyng | Frisk |
| | **Gøyst** | | | | |
| | 300 m | | | | |
| 36 | Vest Gøystdalsgardene | V | 0,9 | M-urt | Frisk |
| 37 | Røysland | Flatt | 1,0 | M-lyng | Frisk |
| 38 | Over Espeland | N-Ø | 0,8 | M-urt | Frisk |
| | 600 m | | | | |
| 39 | S-V Gøystdalsgardene | N-Ø | 0,7 | B | Frisk |
| 40 | Vest Gøystdalsgardene | S-V | 0,6 | G-U | Frisk-tørr |
| 41 | Nord Gøystdalsgardene | S-V | 0,5 | G-U | Frisk |
| 42 | Over Espeland | N-Ø | 0,8 | G-U | Frisk |
| | 900 m | | | | |
| 43 | Over Espeland | S-Ø | 0,7 | M-urt | Frisk |
| 44 | Vest Gøystdalsgardene | N-Ø | 0,5 | B | Frisk |
| 45 | Nord Gøystdalsgardene | S-V | 0,7 | M-urt | Frisk |
| 46 | Nord Roi | S-V | 0,6 | B | Frisk |
| | **Skarfoss** | | | | |
| 47 | N-V Skarsfossdammen | S-Ø | 0,5 | M-lyng | Frisk |
| 48 | Nord-Bergsti | S-Ø | 0,5 | M-lyng | Frisk |
| 49 | N-Ø Fjellstua | S-Ø | 0,4 | B | Frisk |

G-U = gras-urterik mark. M-urt = moserik skog med urter. B = blåbærmark. M-lyng = moserik skog med lyng.

Tabell 4 forts.

Utdrag av feltboka.

*Extract of the field observations.*

| Felt nr. | Vegetasjonsbeskrivelse, dekningsgrader | Anmerk. |
|---|---|---|
| 1 | Lushatt 3, fugletelg 3, bringebær 2, gaukesyre 2 | |
| 2 | Broddtelg, fugletelg, gaukesyre, maiblom | |
| 3 | Lushatt 2, bringebær 1, engsoleie, skogburkne | |
| 4 | Fugletelg 2, skogburkne 1, lushatt, skogstorknebb, bringebær (blåbær, geitrams) | |
| 5 | Fugletelg 1, gaukesyre 1 | Sparsom veg. |
| 6 | Fugletelg 1, gaukesyre 1, ormtelg, teiebær | |
| 7 | Svever, gaukesyre, jordbær, bringebær | Sparsom veg. |
| 8 | Bringebær 1, svever, hengeaks (einstape) | Steinur |
| 9 | Enghvein(?) 2, einstape, engsmelle, hundegras | Hamnehageaktig |
| 10 | Gaukesyre 2, fugletelg 1, skogburkne | Sparsom veg. |
| 11 | Bringebær 3, skogburkne, fugletelg, gaukesyre | |
| 12 | Gaukesyre 2, fugletelg 1, maiblom, svever, geitrams | |
| 13 | Gaukesyre (smylebunke) | Steinur |
| 14 | Kråkefot, fugletelg, blåbær, svever, maiblom | |
| 15 | Lushatt 5, skogburkne 3, firblad, fugletelg | Frodig |
| 16 | Fugletelg 2, kråkefot 1, maiblom, blåbær | |
| 17 | Fugletelg 3, gaukesyre 1, storkenebb, svever | |
| 18 | Fugletelg 2, blåbær 1, gaukesyre, skogstjerne | |
| 19 | Fugletelg 2, svever 1, gaukesyre, maiblom (lushatt) | |
| 20 | Fugletelg 1, maiblom 1, gaukesyre, blåbær | |
| 21 | Svever 1, liljekonvall 1, linnea, maiblom | |
| 22 | (Svever og smyleblunke) | Steinur |
| 23 | Gullris, liljekonvall, svever, marimjelle | |
| 24 | Svever, firblad, hengeaks, fugletelg, storkenebb | |
| 25 | Blåbær 2, storkenebb, svever, marimjelle, teiebær | |
| 26 | Storkenebb 2, maiblom 2, smyle, blåbær, teiebær | |
| 27 | Blåbær 2, fugletelg 1, smyle, storkenebb, kråkefot | |
| 28 | Skogburkne 3, lushatt 1, storkenebb 1, turt | Frodig |
| 29 | Blåbær 3, smyle 1, røsslyng | |
| 30 | Blåbær 2, maiblom 1, fugletelg, vintergrønn | |
| 31 | Fugletelg 1, maiblom, blåbær, skogstjerne | |
| 32 | Smyle 1, gaukesyre 1, storkenebb, maiblom, geitrams | |
| 33 | Smyle 3, fugletelg 1, blåbær 1, storkenebb, maiblom | |
| 34 | Fugletelg 2, gaukesyre 1, storkenebb, firblad | |
| 35 | Blåbær 1, fugletelg, tyttebær, smyle, hårfrytle | |
| 36 | (Einstape, gaukesyre, tyttebær) | Nesten veg.løst |
| 37 | Blåbær 3, gaukesyre 2, maiblom, marimjelle | |
| 38 | Fugletelg 2, gaukesyre 1, maiblom, teiebær | |
| 39 | Blåbær 3, maiblom, skogstjerne | |
| 40 | Einstape, storkenebb, svever, tyttebær | |
| 41 | Bringebær, teiebær, jordbær, svever, gaukesyre | |
| 42 | Broddtelg 1, skogburkne, fugletelg, hengeving | |
| 43 | Blåbær 2, fugletelg 1, hengeving, svever, kråkefot | |
| 44 | Blåbær 4, skogstjerne, marimjelle, tyttebær | |
| 45 | Hengeving 3, teiebær 1, blåbær 1, tyttebær 1, svever | |
| 46 | Blåbær 2, fugletelg, skogstjerne, marimjelle | |
| 47 | Blåbær 2, tyttebær, smyle, tepperot, marimjelle | |
| 48 | Blåbær 1, blåtopp 1, maiblom, smyle, tepperot | |
| 49 | Blåbær 4, marimjelle, tepperot, maiblom, fugletelg | |

Vegetasjonsbeskrivelsen er meget skjematisk. Plantene er ordnet etter hyppigheten.

ble uttatt 2 årringsprøver med tilvekstbor. De to borretningene var loddrett til hverandre. Særlig på større trær viste det seg vanskelig å treffe margen, prøvene ble derfor tatt med uansett om de traff denne eller ikke. Trær som var råtne, ble såvidt mulig unngått. Årringprøvene ble oppbevart i bølgepapp for å bli målt senere.

Over hvert sted hvor det var tatt en årringprøve, ble målt diameter med bark, og barktykkelse. Videre ble notert: Feltets eksposisjon (N-Ø-S-V), gjennomsnittlig tetthet, skogtype etter Landsskogtakseringens inndeling, og fuktighetsforhold. De viktigste planter ble registrert. Utdrag av feltboka finnes i tabell 4.

Det ble innsamlet humusprøver på hvert felt. Prøvene ble oppbevart i parafinerte pappbokser som etter hvert ble sendt til Skogforsøksvesenet til nærmere analyse.

Det viste seg vanskelig å finne felter hvor en med sikkerhet kunne gå ut fra at det ikke hadde vært hogst. Dette gjorde seg mest gjeldende i Gøystdalen. Driftsforholdene er her så gode overalt at det er sannsynlig at det har vært hogst på alle felter.

I Vestfjorddalen har det antageligvis ikke vært hogst på felter i 600 m og 900 m. En kan imidlertid ikke se bort fra mulighetene av at enkelte felter kan ha vært gjennomhogd. Feltene 7, 9, 11, 12 og 23 viste tydelig spor etter hogst. På grunn av beliggenheten ble det likevel tatt med prøver fra disse feltene. Ved den videre behandling av materialet er årringseriene fra disse feltene holdt utenfor.

Både i Vestfjorddalen, Gøystdalen og ved Skarsfoss var trærne ganske unge. I Vestfjorddalen er boniteten gjennomgående høy og dessuten er det av og til kraftig vind slik at det blir meget vindfall. Disse to forhold har sikkert bevirket at trærne ikke blir særlig gamle. I Gøystdalen kommer dessuten til at det på grunn av driftsforholdene kan foregå hogst overalt.

## V. Foreløpig behandling av materialet.

Årringprøvene ble målt etter en metode som er foreslått av skogforsøksleder Ruden. Borprøvene bløtes i vann ca. ½ time, og spennes fast i en treramme (se fig. RUDEN 1945 s. 194). Prøvene renskjæres med kniv og overstrykes med hvit oljemaling. En gnir dem så med en finger til de er helt blanke. Denne metode viste seg meget hensiktsmessig, idet årringene kommer meget tydelig fram.

Tabell 5.

Ammoniakk- og nitratinnhold i humusprøver.

*Content of ammonia and nitrate of humus samples.*

| Felt nr. *Plot No.* | % org. stoff *% org. matter* | $NO_3$ | | $NH_3$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | mg pr. kg | mg pr. kg org. stoff | mg pr. kg | mg pr. kg org. stoff |
| 1 | 54,6 | 336 | 615,4 | 64 | 117,2 |
| 2 | 57,5 | 40 | 69,6 | 154 | 267,8 |
| 3 | 28,9 | 509 | 1761,2 | — | — |
| 4 | 58,8 | 713 | 1212,6 | 33 | 56,1 |
| 5 | 60,3 | 578 | 958,5 | 34 | 56,4 |
| 6 | 19,9 | 625 | 3140,7 | — | — |
| 8 | 14,9 | 297 | 1993,3 | 259 | 1738,3 |
| 9 | 12,4 | 422 | 3403,2 | 258 | 2080,6 |
| 10 | 17,0 | 482 | 2835,3 | 190 | 1117,7 |
| 11 | 21,7 | 421 | 1940,1 | 296 | 1364,1 |
| 12 | 22,5 | 116 | 515,6 | 253 | 1124,5 |
| 13 | 42,5 | 364 | 856,5 | 21 | 49,4 |
| 14 | 44,4 | 27 | 60,8 | 84 | 189,2 |
| 15 | 38,0 | 775 | 2039,5 | 25 | 65,8 |
| 16 | 76,2 | — | — | 39 | 51,2 |
| 17 | 40,2 | 14 | 34,8 | 91 | 226,4 |
| 18 | 79,2 | — | — | 38 | 48,0 |
| 19 | 56,2 | 907 | 1613,9 | 70 | 124,6 |
| 20 | 24,7 | — | — | 21 | 85,0 |
| 21 | 42,1 | — | — | 60 | 142,5 |
| 22 | 31,3 | 768 | 2453,7 | 75 | 239,6 |
| 23 | 16,0 | 3 | 18,8 | 335 | 2093,8 |
| 24 | 17,5 | 111 | 634,3 | 256 | 1462,9 |
| 25 | 32,0 | — | — | 251 | 784,4 |
| 26 | 22,5 | — | — | 162 | 720,0 |
| 27 | 57,4 | — | — | 65 | 113,2 |
| 28 | 43,5 | 40 | 92,0 | 22 | 50,6 |
| 29 | 60,1 | — | — | 68 | 113,1 |
| 30 | 63,2 | — | — | 21 | 33,2 |
| 31 | 55,3 | — | — | 108 | 195,3 |
| 32 | 26,0 | — | — | 7 | 26,9 |
| 33 | 21,4 | — | — | 30 | 140,2 |
| 34 | 34,3 | 5 | 14,6 | 364 | 1061,2 |
| 35 | 18,1 | — | — | 168 | 928,2 |
| 36 | 33,6 | 628 | 1869,1 | 165 | 491,1 |
| 37 | 19,4 | 156 | 804,1 | 150 | 773,2 |
| 38 | 25,8 | — | — | 52 | 201,6 |
| 39 | 41,1 | — | — | 73 | 177,6 |
| 40 | 20,1 | 476 | 2368,2 | — | — |
| 41 | 31,4 | 374 | 1191,1 | 53 | 168,8 |
| 42 | 30,2 | 110 | 364,2 | 143 | 473,5 |
| 43 | 51,3 | — | — | 115 | 224,2 |
| 44 | 93,0 | — | — | 353 | 379,6 |
| 45 | 48,5 | 19 | 39,2 | 140 | 288,7 |
| 46 | 42,4 | — | — | 3 | 7,1 |
| 47 | 21,2 | 22 | 103,8 | 71 | 334,9 |
| 48 | 22,0 | — | — | 17 | 77,3 |
| 49 | 43,0 | — | — | 250 | 581,4 |

Målingene ble utført med et Zeiss-binokular som var forsynt med skalaokular, avlesningsnøyaktighet $^1/_{20}$ mm.

Etter måling ble årringseriene opptegnet som diagram, de to årringseriene fra samme tre over hverandre.

Prøver som ikke holdt mer enn 50 årringer, ble sløyfet.

For hvert felt ble utregnet aritmetisk middel av årringene fra samme kalenderår. De fleste middeltall er basert på 10 årringer fra 5 trær. Disse middeltallserier er brukt under den videre beregning.

Ammoniakk- og nitratinnhold i humusprøvene er bestemt etter Olsens metode (Olsen 1929). I prøver med så små mengder at de ikke lar seg påvise med denne metode, er det til nitratbestemmelse brukt Riehms metode (Riehm 1926).

Tørrstoffbestemelsene er utført i vanlig tørreskap ved 100° C. Resultat i tabell 5.

## VI. Årringindeks.

Når en på grunnlag av årringanalyse skal bedømme hvorvidt kvelstoffgjødslingen har hatt noen virkning, må en også vite hvordan klimaet har påvirket årringene. Materialet fra Vestfjorddalen kan ikke uten videre brukes til å konstruere en indeks som skal gjengi klimaets påvirkning. Det eneste materiale som kan brukes til dette, er det fra Gøyst og Skarpfoss.

Det er utført få undersøkelser angående korrelasjonen mellom årringserier fra forskjellige steder. Näslund (1944) har undersøkt om det er noen utpreget forskjell i klimaets innflytelse på årringvekslingene på steder som ligger i forskjellig høyde over havet, forskjellige geografiske områder, eller på steder av forskjellig skogtype. Noen utregning av korrelasjonskoeffisienter e. l. er ikke foretatt, men Näslund konkluderer: «De utförda grupperingarna synas emellertid tyda på en överensstemmelse i stora drag mellan olika ståndorter beträffande kalenderårens egenskap av goda och dåliga växtår.»

Ording (1941) skriver: «De klimabetingede vekstvariasjoner hos gran kan vise meget god overensstemelse når materialet hentes fra skog med liten avstand mellom de undersøkte felter. Overensstemmelsen synes å avta med stigende avstand mellom de undersøkte lokaliteter.»

For å se hvordan det forholder seg med det materialet som er innsamlet i forbindelse med denne undersøkelse, er det foretatt en del

Tabell 6.

Korrelasjonskoeffisienter mellom årringbredder fra grupper av forskjellig beliggenhet.

*Correlation coefficients between ring widths for groups from different localities.*

| | | 900 m | | | 600 m | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Vestfjord-dalen | Gøyst-dalen | Skars-foss | Vestfjord-dalen | Gøyst dalen |
| 900 m | Vestfjorddalen | — | 0,94 | 0,92 | 0,87 | 0,77 |
| | Gøystdalen | | — | 0,89 | 0,85 | 0,82 |
| | Skarsfoss | | | — | 0,77 | 0,68 |
| 600 m | Vestfjorddalen | | | | — | 0,90 |

beregninger. Det ble først forsøkt å analysere bare Gøystmaterialet. Materialgruppene blir da imidlertid meget små, og dette er uheldig. Det er et kjent fenomen at ved behandlingen av tidsrekker spiller den statistiske masse en har under observasjon en meget stor rolle (se f. eks. WOLD 1938).

Isteden ble det foretatt korrelasjonsanalyse på hele det materiale som sto til rådighet. Det ble delt i 5 grupper:

Gruppe 1: Skarsfossfeltene.
» 2: Feltene fra 600 m Vestfjorddalen.
» 3: Feltene fra 900 m Vestfjorddalen.
» 4: Feltene fra 600 m Gøystdalen.
» 5: Feltene fra 900 m Gøystdalen.

Innen hver av disse grupper ble beregnet aritmetisk middel av årringene for hvert kalenderår 1895—1947. For å eliminere noe av aldersvirkningen og virkningen av kvelstoffgjødslingen (for Vestfjorddalens vedkommende), ble tatt første ordens differanser for hver årringserie. Mellom disse differensrekker er utregnet korrelasjonskoeffisienter som vist i tabell 6.

Den absolutte størrelse av korrelasjonskoeffisientene har ikke så stor interesse i denne forbindelse, viktigere er størrelsen av koeffisientene i forhold til hverandre.

Av tabell 6 framgår at korrelasjonskoeffisienten for Skarsfoss—Gøyst 900 m ($r_{1-5}$) er avgjort større enn korrelasjonskoeffisienten Skarsfoss—Gøyst 600 m ($r_{1-4}$). Likeså for Skarsfoss—Vestfjorddalen. Slike sammenligninger kan foretas på kryss og tvers.

Brukes Fishers metode til å transformere korrelasjonskoeffisientene slik at en kan bruke tabeller over den normale fordelingsfunksjon, kan en «teste» forskjellene i korrelasjonskoeffisientene. En finner da at gjennomgående er korrelasjonskoeffisientene for årringvekslingene på felter som ligger i samme høydelag signifikant større enn korrelasjonskoeffisientene for årringvekslingene på felter fra forskjellige høydelag. Som et eksempel kan vi ta korrelasjonskoeffisientene for Vestfjorddalen 900 m — Gøyst 900 m ($r_{3-5}$) og Vestfjorddalen 900 m — Gøyst 600 m ($r_{3-4}$).

Vi vil «teste» om begge disse korrelasjonskoeffisientene kan være kommet fra samme populasjon hvor korrelasjonskoeffisienten er $\rho$.

En setter $z_1 = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + r_{3-5}}{1 - r_{3-5}}$ $\qquad z_2 = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + r_{3-4}}{1 - r_{3-4}}$

og $\xi = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \rho}{1 - \rho}$

$z - \xi$ er tilnærmet normalt fordelt, med varians $1/(n-3)$ hvor n er antall observasjonspar som er brukt til beregning av r. Det vil si at $(z_1 - \xi) - (z_2 - \xi)$ er normalt fordelt med varians $2/(n-3)$.

$$z_1 - z_2 = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + r_{3-5}}{1 - r_{3-5}} \div \frac{1}{2} \ln \frac{1 + r_{3-4}}{1 - r_{3-4}} = 0{,}71$$

Variansen $= 2/49 = 0{,}0408$ $\qquad \sigma = 0{,}202$

$z_1 - z_2 > 3\sigma$, så hvis vi bruker det vanlige «signifikansmål» $P = 0{,}01$, må vi forkaste en hypotese om at de to korrelasjonskoeffisienter kommer fra samme populasjon.

Det hefter imidlertid visse svakheter ved å anvende denne testmetode i dette tilfelle. Skal en være sikker på at den ikke gir misvisende svar, bør enkeltobservasjonene i de to seriene være stochastisk uavhengige. En vet ikke i hvilken grad dette er tilfelle. Men selv om en ikke kan være helt sikker på at forskjellene er signifikante, synes det å være best å tolke resultatet på den måten at klimaet påvirker trær som vokser i samme høydelag på en annen måte enn trær som vokser i forskjellige høydelag. Forutsetningen er naturligvis at en holder seg innenfor et visst geografisk område.

Når en skal avgjøre hvordan klimavekslingene har preget årringene, synes det i henhold til det foregående best å lage spesielle indekser for skog fra forskjellig høydenivå. I dette tilfelle en indeks for 900 m, en for 600 m og en for 300 m. Vi går ut fra at livskurven kan gjengis

med en funksjon av typen $y = a/1.op^x$, hvor y er årringbredden og x antall år fra et visst begynnelsespunkt. p og a er konstanter som bestemmes av materialet, f. eks. etter minste kvadraters metode. Denne funksjonstypen er foreslått av RUDEN (1945).

I materialet fra Gøyst er trærne fra 900 m gjennomgående noe eldre enn trærne fra 600 m, og disse noe eldre enn trærne fra 300 m. Skal en beregne særskilt indeks for hver av disse tre gruppene, og siden bruke indeksene til sammenligningsformål, synes det best å legge et visst tidsrom til grunn for beregningene. Dette skal begrunnes litt nærmere: Ved den måten som en her er nødt til å bruke for å konstruere årringindeks, får en på et vis vite hvordan klimaet et bestemt kalenderår har preget årringene i forhold til hvordan klimaet i gjennomsnitt for perioden har preget årringene. La oss tenke oss at vi har foretatt

Tabell 7.

Årringindekser for Gøystdalen.
*Annual ring indexes for Gøystdalen.*

900 m.

| År | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1890 | | | | | | 105,4 | 120,4 | 112,0 | 98,7 | 106,8 |
| 1900 | 96,4 | 99,5 | 83,0 | 92,4 | 100,9 | 96,0 | 89,6 | 68,2 | 107,4 | 93,9 |
| 1910 | 133,2 | 111,5 | 127,8 | 119,3 | 128,9 | 105,5 | 86,4 | 113,1 | 83,2 | 101,8 |
| 1920 | 77,7 | 92,3 | 85,9 | 77,5 | 85,2 | 99,0 | 87,7 | 91,6 | 72,4 | 104,8 |
| 1930 | 123,4 | 95,0 | 121,0 | 130,5 | 116,9 | 110,5 | 111,9 | 106,9 | 65,5 | 105,9 |
| 1940 | 121,9 | 144,6 | 86,0 | 100,1 | 87,9 | 79,0 | 97,5 | 118,7 | | |

600 m.

| År | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1890 | | | | | | 101,6 | 115,0 | 99,6 | 95,2 | 108,3 |
| 1900 | 91,6 | 100,0 | 80,7 | 99,2 | 89,1 | 85,5 | 89,3 | 85,8 | 105,8 | 107,3 |
| 1910 | 144,5 | 119,5 | 129,9 | 105,7 | 108,3 | 96,8 | 92,0 | 96,8 | 93,8 | 109,8 |
| 1920 | 90,6 | 90,6 | 90,1 | 82,2 | 91,7 | 92,6 | 98,9 | 96,7 | 87,0 | 112,2 |
| 1930 | 134,5 | 102,9 | 119,1 | 122,1 | 114,1 | 105,0 | 94,8 | 106,3 | 77,9 | 101,2 |
| 1940 | 106,4 | 111,0 | 81,9 | 93,5 | 86,2 | 84,8 | 105,2 | 117,0 | | |

300 m.

| År | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1890 | | | | | | 89,7 | 90,1 | 88,6 | 91,6 | 97,3 |
| 1900 | 87,3 | 95,4 | 84,3 | 103,2 | 87,0 | 91,3 | 87,2 | 82,4 | 101,9 | 114,1 |
| 1910 | 157,0 | 128,5 | 135,1 | 110,4 | 108,5 | 107,1 | 105,1 | 111,2 | 116,7 | 129,0 |
| 1920 | 108,4 | 97,6 | 99,9 | 94,2 | 103,9 | 97,4 | 103,6 | 99,3 | 86,7 | 104,6 |
| 1930 | 120,3 | 96,4 | 109,4 | 106,8 | 98,5 | 87,1 | 81,7 | 84,2 | 75,2 | 93,5 |
| 1940 | 97,7 | 98,0 | 93,0 | 108,5 | 88,4 | 86,9 | 112,5 | 120,5 | | |

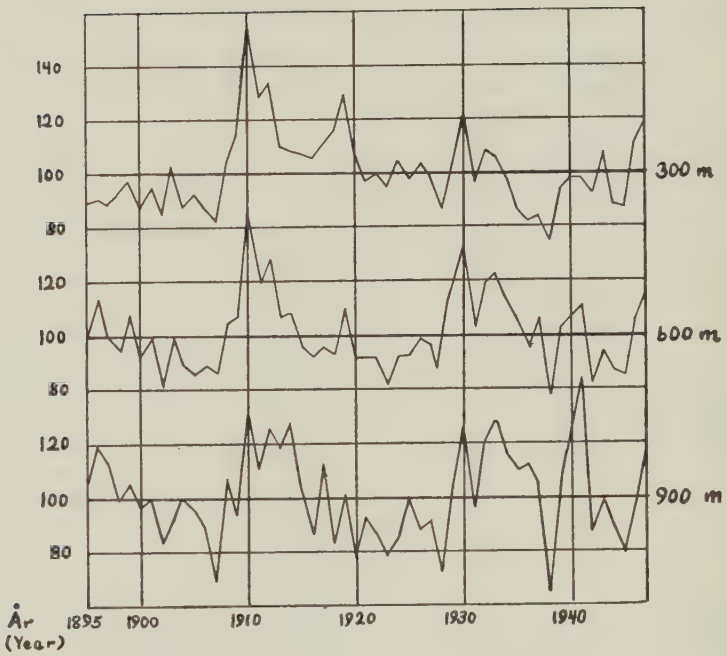



Fig. 3. Årringindekser for Gøystdalen.
*Annual ring indexes for Gøystdalen.*

en indeksberegning på grunnlag av årringserier som går fra 1900 til 1947. Et indekstall for et bestemt kalenderår på 120 %, vil si at årringbredden (etter at den er korrigert for aldersvirkningen) er 120 % av gjennomsnittsårringbredden for 1900—47. Baseres indeksberegningen på en annen periode, f. eks. 1850—1947, kan vi få andre indekstall for det samme kalenderåret.

Alle følgende beregninger er derfor utført på årringer fra perioden 1895—1947.

Årringindeks for Gøyst er beregnet på følgende måte: Alle felter fra 900 m samles i en gruppe, alle fra 600 m i en, og alle fra 300 m i en. Innen hver av disse gruppene er beregnet midlere årringbredde for hvert kalenderår. Logaritmene til middeltallene er utjevnet ved hjelp av en rett linje, bestemt ved minste kvadraters metode. For hvert kalenderår er så tatt differensen mellom logaritmene til virkelig årringbredde og beregnet årringbredde. Numurus multiplisert med 100 gir indekstallene. Ved denne beregningsmåten eliminerer en noe av eventuelle langtidsendringer i årringbreddene. For vårt formål spiller dette mindre rolle.

De tre indekskurvene (fig. 3) viser ganske god overensstemmelse for de enkelte kalenderår. Korrelasjonskoeffisientene for logaritmene til indekstallene er:

900 m — 600 m: 0,80
600 m — 300 m: 0,69
900 m — 300 m: 0,46

Indeksene finnes i tabell 7 og fig. 3.

## VII. Videre bearbeidelse.

På grunn av at veksten av trærne i Vestfjorddalen muligens har vært påvirket av kvelstofftapet fra fabrikken, er det ikke på forhånd gitt at livskurven følger en så enkel funksjonstype som den som er nevnt foran. Særlig på grunn av at kvelstofftapet også veksler noe fra år til år, kan det hende at livskurven avvekslende vil stige og synke.

For å undersøke hvorvidt kvelstofftapet har hatt noen virkning på veksten, velges en periode før 1911 og en tilsvarende periode etter

Tabell 8.

Forhold mellom gjennomsnittlig årringbredde for årene 1912—16 og 1907—11.
*Quotients between the average ring width of the years 1912—16 and that of 1907—11.*

| 300 m | | 600 m | | 900 m | |
|---|---|---|---|---|---|
| Felt nr. *Plot No.* | Forhold *Quotient* | Felt nr. *Plot No.* | Forhold *Quotient* | Felt nr. *Plot No.* | Forhold *Quotient* |
| 1 | 1,14 | 13 | 0,95 | 26 | 1,11 |
| 2 | 1,50 | 14 | 1,06 | 27 | 1,07 |
| 3 | 0,77 | 15 | 0,97 | 28 | 1,21 |
| 4 | 0,89 | 16 | 1,02 | 29 | 1,22 |
| 5 | 0,99 | 17 | 1,12 | 30 | 1,56 |
| 6 | 1,02 | 18 | 1,24 | 31 | 1,06 |
| 8 | 0,79 | 19 | 1,17 | 32 | 1,15 |
| 10 | 1,14 | 20 | 0,93 | 33 | 1,03 |
| | | 21 | 1,19 | 34 | 1,05 |
| | | 22 | 0,98 | 35 | 1,07 |
| | | 24 | 1,01 | | |
| | | 25 | 0,95 | | |
| Gøyst | 0,97 | Gøyst | 0,95 | Gøyst | 1,10 |

Tallene for Gøyst er utregnet etter indeksene.
*The numbers for Gøyst have been calculated on the basis of the indexes.*

1911, og så sammenlignes den gjennomsnittlige årringbredden i disse to periodene. På grunn av den ganske sterke aldersvirkningen kan ikke periodene velges for lange, og ikke for korte fordi en da ikke får eliminert noe større av de tilfeldige feilene. Velges perioder på fem år, og settes gjennomsnittsårringbredden for perioden 1912—16 i prosent av gjennomsnittsåringbredden 1907—11, får en de tall som er vist i tabell 8.

Som det framgår av tabellen, varierer prosentene sterkt fra felt til felt. Det er mulig at noe av variasjonen kan skyldes at feltene er fra forskjellige høydelag, tallene fra Gøyst synes å tyde på det.

Det er imidlertid sannsynlig at en stor del av variasjonen i prosentene skyldes mer tilfeldige ting som ikke blir eliminert når en bruker så små materialgrupper.

Hvis en hadde årringserier som strakk seg tilstrekkelig langt tilbake i tiden, kunne en for hvert felt, ved hjelp av årringbreddene før 1911, lage seg en livskurve, som best mulig skulle gjengi hvordan trærnes vekst ville vært hvis det ikke hadde foregått noen kvelstoffgjødsling. Ved en slik ekstrapolasjon var det mulig å besteme reaksjonens størrelse. På det innsamlede materiale går det imidlertid ikke å bruke denne metode, fordi det foreligger relativt få årringer fra før 1911.

I 1929 foregikk det en omlegging av produksjonsprosessen. Denne omleggingen bevirket at det etter den tid er en del mindre kvelstofftap

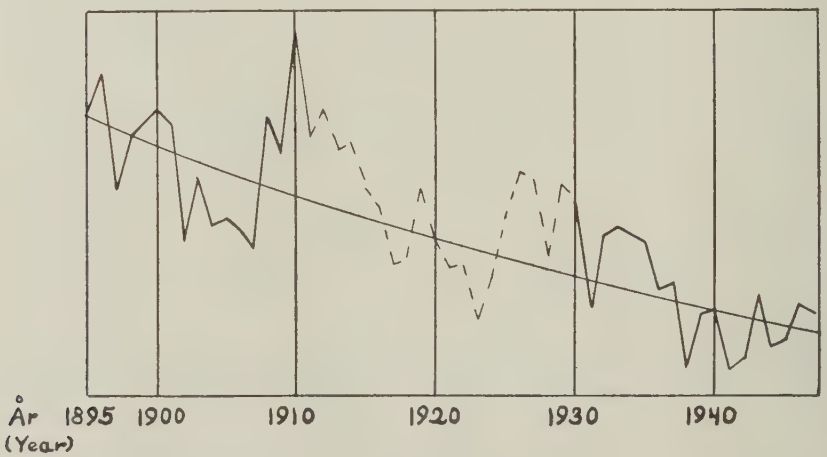



Fig. 4. Eksempel på beregning av livskurven ved hjelp av årringer fra periodene 1895—1911 og 1930—47.
*Illustration of a calculation of the "life curve" by means of annual rings from the periods 1895—1911 and 1930—47.*

enn tidligere. Hvis kvelstoffgjødslingen virker positivt, vil sannsynligvis tilveksten i perioden etter 1929 være mindre påvirket av kvelstoffgjødslingen enn før den tid.

For å kunne foreta alderskorreksjon på materialet, er bestemt en livskurve på grunnlag av årringene fra periodene 1895—1911 og 1930—1947 idet det for hvert felt ved hjelp av minste kvadraters metode, er innlagt en utjevningskurve av typen $y = a/1.op^{x}$, se fig. 4.

Den gjennomsnittlige årringbredde for perioden 1912—29 settes i forhold til den årringbredden som den beregnede livskurven i gjennomsnitt gir for samme tidsrom. Dette forholdet kalles i det følgende reaksjonskoeffisient. Tabell 9.

Tabell 9.

Reaksjonskoeffisienter.
*Reaction coefficients for the plots.*

| 300 m | | 600 m | | 900 m | |
|---|---|---|---|---|---|
| Felt nr. *Plot No.* | Koeff. *Coeff.* | Felt nr. *Plot No.* | Koeff. *Coeff.* | Felt nr. *Plot No.* | Koeff. *Coeff.* |
| 1 | 1,23 | 13 | 1,07 | 26 | 1,08 |
| 2 | 1,40 | 14 | 1,13 | 27 | 1,10 |
| 3 | 1,15 | 15 | 1,12 | 28 | 1,28 |
| 4 | 1,39 | 16 | 1,02 | 29 | 1,06 |
| 5 | 1,46 | 17 | 1,18 | 30 | 1,20 |
| 6 | 1,30 | 18 | 1,04 | 31 | 0,99 |
| 8 | 1,15 | 19 | 1,08 | 32 | 1,03 |
| 10 | 1,47 | 20 | 1,07 | 33 | 0,94 |
| | | 21 | 1,08 | 34 | 0,97 |
| | | 22 | 1,16 | 35 | 0,97 |
| | | 24 | 1,07 | | |
| | | 25 | 1,01 | | |

Som tidligere nevnt kan en ikke med sikkerhet gå ut fra at de felter som ligger i dalbunnen, ikke har vært hogd i den periode det her gjelder. Selv om feltene er utlagt på steder hvor en ikke nå kan påvise stubber, gir ikke dette tilstrekkelig sikkerhet. Boniteten er mange steder så god at stubbene råtner fort. Skal ikke den anvendte beregningsmåte gi misvisende resultat, må feltene ha vært urørt minst de siste 50 år.

En gransking av kurvene synes også å gi til resultat at de fleste feltene i dalbunnen, og noen andre, virkelig har vært gjennomhogd omkring 1905. Som eksempel er i fig. 5 opptegnet årringkurven for felt 5 og indeksen for Gøyst 300 m. De felter som etter årringkurvene

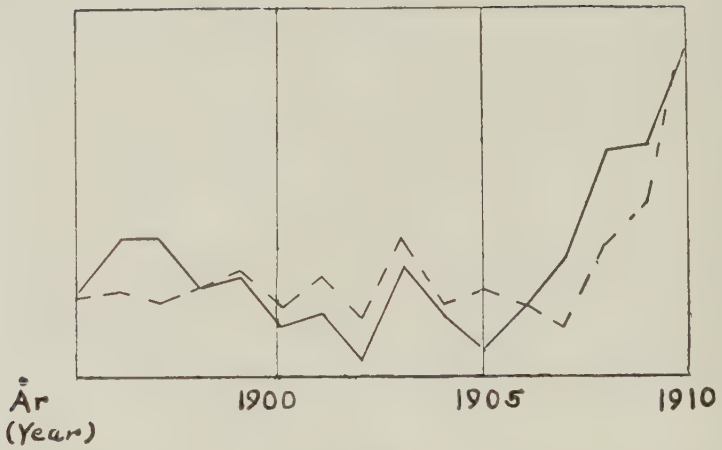



Fig. 5. Årringkurve for felt 4 og indeksen for Gøyst 300 m (stiplet), som eksempel på et felt hvor det antakelig har foregått hogst.
*Curve of annual rings for Plot 4 and the index for Gøyst 300 m (broken line) as an example of a plot in which cutting is likely to have occured.*

synes å ha vært gjennomhogd, har gjennomgående de laveste forhold mellom de to middelårringbredder (tabell 8). Reaksjonskoeffisientene for disse felt er derimot meget høye. Siden en ikke har noe middel til å eliminere en eventuell hogsreaksjon, holdes ved de senere beregninger feltene 3, 4, 5, 6, 8, 10 og 22 delvis utenfor. Derved risikerer en ikke å komme til feil resultat på grunn av hogst på feltene.

Tabell 10.

Inndeling av feltene av hensyn til variansanalysen i tabell 12.
*Grouping of plots in view of the analysis of variance in Table 12.*

| Høydelag *Elevation* | Beliggenhet i forhold til fabrikken *Situation as related to the factory* | Nær fabrikken *Near the factory* | Langt fra fabrikken *Far from the factory* |
|---|---|---|---|
| 300 m | | | 1—2 |
| 600 m | Sønnenfor *To the south* ..... | 16—18—19 | 26—27—28—31 |
| | Nordenfor *To the north* ..... | 21—24—25 | |
| 900 m | Sønnenfor *To the south* ..... | 29—30 | |
| | Nordenfor *To the north* ..... | 32—33—34—35 | 13—14—15—20 |

Tabell 11.

Kvadratsummer og varianser for reaksjonskoeffisientene.
*Sums of squares and variances for the reaction coefficients.*

| | Kvadratsum *Sum of sq.* | Frih.gr. *D. of f.* | Varians *Variance* |
|---|---|---|---|
| Mellom gruppene *Between groups* ..... | 0,1669 | 6 | 0,0278 |
| Innen gruppene *Within groups* ..... | 0,0806 | 15 | 0,00537 |
| | 0,2475 | 21 | |

$F = 5{,}2$ $P < 0{,}01$

Hvis kvelstoffgjødslingen har hatt noen virkning på tilveksten, må en gå ut fra at reaksjonen er forskjellig på forskjellige steder i Vestfjorddalen, fordi gjødslingen ikke har vært ens over hele dalen. Materialet kan derfor *på forhånd* deles i grupper som vist i tabell 10.

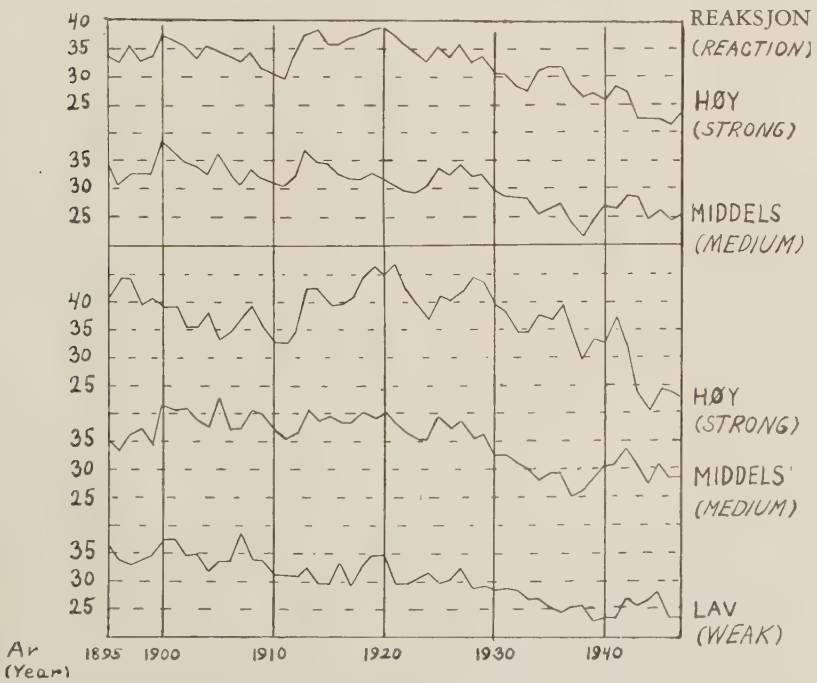



Fig. 6. Klimakorrigerte kurver ($^1/_{20}$ mm). Øverste halvdel: Med feltene 3—22. Nederste halvdel: Uten feltene 3—22.
*Curves corrected for the influence of climate ($^1/_{20}$ mm). Upper half: With Plots 3—22. Lower half: Without Plots 3—22.*

Tabell 12.

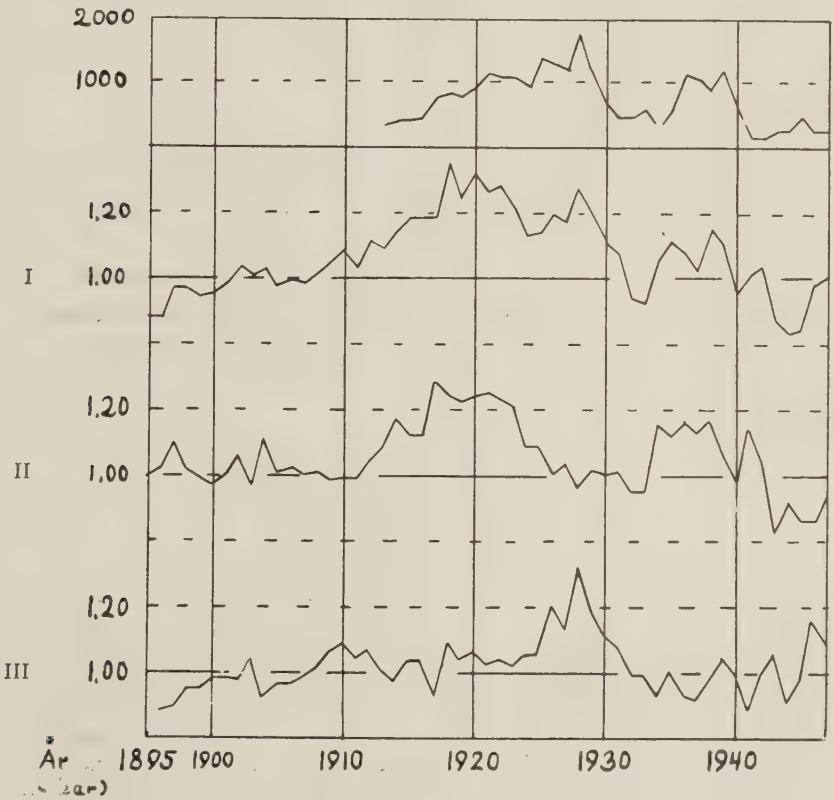
Inndelingsmåter og indeks brukt til klimakorreksjon.

*Methods of grouping and indexes used in correction for climate.*

| Gruppe *Group* | II. Med feltene 3—22 *With plots 3—22* | | II. Uten feltene 3—22 *Without plots 3—22* | |
|---|---|---|---|---|
| | Reaksjonskoeffisient *Reactionscoefficient* | Korrigert med indeks *Corrected by index* | Reaksjonskoeffisient *Reactionskoefficient* | Korrigert med indeks *Corrected by index* |
| Høy reaksjon *Strong reaction* ..... | $q \geqq 1{,}20$ | Gøyst 300 m | $q \geqq 1{,}10$ | Middel av Gøystindeksene |
| Middels reaksjon *Medium reaction* ..... | $1{,}06 \leqq q \leqq 1{,}19$ | Gøyst 600 m | $1{,}06 \leqq q \leqq 1{,}09$ | Gøyst 600 m |
| Lav reaksjon *Weak reaction* ..... | $q \leqq 1{,}05$ | Gøyst 900 m | $q \leqq 1{,}05$ | Gøyst 900 m |

I tabell 11 er angitt variansen innen gruppene og mellom dem. Størrelsen av reaksjonskoeffisientene er forskjellig i de forskjellige grupper.

For å undersøke hvordan en eventuell reaksjon har foregått, er årringseriene fra enkeltfeltene slått sammen i grupper, idet feltene er inndelt etter hvor stor reaksjon de har vist. Det er foretatt to slags inndelinger, idet de nevnte feltene 3—22 er holdt utenfor i det ene




Kurve I: Høy reaksjon / Lav reaksjon — *Curve I: Strong reaction / Weak reaction*

Kurve II: Høy reaksjon / Middels reaksjon — *Curve II: Strong reaction / Medium reaction*

Kurve III: Middels reaksjon / Lav reaksjon — *Curve III: Medium reaction / Weak reaction*

Fig. 7. Kvotienter mellom årringbredder fra forskjellige grupper. Øverst er inntegnet kvelstofftapet fra fabrikken (tonn N/år).
*Quotients between the ring widths from different groups. At the top is plotted loss of nitrogen from the factory (tons of N/year).*

tilfelle. Innen hver av gruppene er utregnet aritmetisk middelårringbredde for de enkelte kalenderår. Ingen alderskorreksjon er foretatt. Klimakorreksjon kan foretas på to måter, enten ved indeksseriene fra Gøyst (metode 1) eller ved å bruke materialet fra Vestfjorddalen og utføre en slags gjensidig korreksjon av årringseriene (metode 2).

Metode 1: Klimakorreksjon foretas ved å dividere årringbredden med indekstallet for samme år. På grunn av at de forskjellige grupper inneholder felt fra forskjellige høydelag, blir det til en viss grad et skjønnsspørsmål hvilken indeks en vil bruke til korreksjonen. Inndelingsmåter og hvilken indeks som er brukt til korreksjonen framgår av tabell 12. Resultatet sees i fig 6.

Metode 2: For hvert kalenderår divideres årringbredden for gruppen «Høy reaksjon» med årringbredden for gruppen «Middels reaksjon» og «Lav reaksjon». Likedan divideres årringbredden for «Middels reaksjon» med årringbredden for «Lav reaksjon». Fig. 7. I dette tilfelle vil det altså foregå en slags ufullstendig alderskorreksjon.

Denne korreksjonsmåten bør bare brukes hvis det i de to grupper som brukes til den gjensidige korreksjonen er omtrent like mange serier fra de forskjellige høydelag. Den egner seg derfor ikke for inndelingsmåte I.

## Diskusjon.

Den store variasjonen i årringbredden fra år til år, gjør det særlig vanskelig å analysere årringserier. Dessverre har en enda meget liten oversikt over hvilke faktorer som bestemmer disse variasjonene.

Når en har årringserier som er middeltall av meget store grupper, ser det ut til at en vesentlig del av variasjonene er klimabestemt idet variasjonene er omtrent ens fra den ene serien til den andre (når en holder seg innen et begrenset område). Årringserier som er middeltall av mindre grupper, viser imidlertid en rekke variasjoner som en må gå ut fra skyldes andre ting enn klimaets vekslinger. I dette tilfelle er det derfor vanskelig å eliminere alle variasjonene i en årringserie ved hjelp av en annen.

Det blir likeså vanskelig ved en okulær betraktning av en årringserie å uttale seg om hvorvidt det har foregått noen reaksjon, fordi reaksjonen så lett maskeres av de mer tilfeldige svingningene i årringserien.

Diskusjonen kan deles i følgende avsnitt:

I. Forhold som tyder på at det har foregått en reaksjon.
II. Hvordan de beregnede mål for reaksjonen burde korrigeres for å gi riktigere resultat, og forhold som kompliserer analysen.
III. Hvordan årringbreddene forandres fra år til år fra 1912 og senere.
IV. Reaksjonen på felter i forskjellig beliggenhet i forhold til fabrikken.
V. Hvorvidt det er sannsynlig at den kvelstoffgjødslingen som nå pågår har noen positiv virkning på diametertilveksten.
VI. Resultatet av årringanalysen sett i forhold til de kjemiske analysene av humusprøvene.

*

I. Følgende forhold tyder på at det har foregått en reaksjon:

1. Etter den variansanalysen som er foretatt, må en gå ut fra at reaksjonskoeffisientene er signifikant forskjellige i de forskjellige grupper.
2. 8 felter har stigende beregnet livskurve. 7 av disse feltene ligger på søndre dalside, rett opp for fabrikken. Bortsett fra et felt med synkende livskurve, har alle feltene som ligger nærmest fabrikken på denne siden stigende livskurve (se fig. 9).
3. Fig. 6 og 7 viser at årringbredden i gruppen «Høy reaksjon» øker fra 1912 og noen år utover, og synker ikke ned på tidligere nivå før etter lang tid.

Det kan være grunn til å se litt på de forutsetninger en har vært nødt til å bygge på, og de svakheter som eventuelt hefter ved de foregående tre punkter.

Fabrikken ble anlagt for så lang tid tilbake at de trærne en kan ta årringprøver fra nå, var relativt unge den gang. En må anta at skogen hadde noenlunde samme karakter den gang som nå, dvs. at den var meget ujevn, med små og store dimensjoner om hverandre, overtette partier enkelte steder og hull andre steder. Når skogen er slik, blir gjerne årringutviklingen nokså ujevn idet trærne i ungdomstida lett påvirkes av ytre forhold. Dette viser seg også i noen grad i materialet. Når livskurven må beregnes på grunnlag av 17 årringer fra før 1911 og 18 årringer etter 1930, kan en derfor for det enkelte felt risikere at den beregnete livskurven passer mindre godt med de virkelige forhold.

Ved beregning av reaksjonskoeffisientene er det gått ut fra at den «sanne» livskurven kan gjengis med en funksjon av typen $y = a/1.op^x$.

I andre arbeider har det vært foreslått å bruke andre funksjonstyper. For tida foreligger ingen fullstendig analyse av hvilken funksjonstype som gjennomgående er den beste. Hvis en imidlertid går ut fra at livskurven kan gjengis med så stive funksjoner som den som er anvendt her, spiller det ingen avgjørende rolle for resultatet hvilken av de foreslåtte typer en velger.

Hvis livskurven for trærne fulgte den valgte funksjonstype, og klimaet i gjennomsnitt har påvirket årringutviklingen likt i de tre periodene 1895—1911, 1912—29 og 1930—47, skulle en få en «reaksjonskoeffisient» som var lik 1 for felter som lå utenfor det området som er påvirket av fabrikken.

For til en viss grad å bedømme hvorvidt dette holder stikk, er det beregnet «reaksjonskoeffisienter» for Skarsfoss og Gøyst på samme måte som for Vestfjorddalen.

| | | |
|---|---|---|
| «Reaksjonskoeffisient» | Skarsfoss | 1,01 |
| | Gøyst 900 m | 0,95 |
| | Gøyst 600 m | 0,97 |
| | Gøyst 300 m | 1,11 |

Å dømme etter dette, ser det ut til at forutsetningene til en viss grad tilfredsstilles. Gøyst 300 m viser forholdsvis stor «reaksjonskoeffisient». Hvorvidt dette skyldes at livskurven ikke kan gjengis med den valgte funksjonstype (p. g. a. hogst e. a.), eller det skyldes klimaet, er ikke godt å avgjøre. Sannsynligheten taler for at den store koeffisienten skyldes hogst på flatene.

Gruppen «høy reaksjon» viser tydelig stigning i årringbredden fra 1912, enten korreksjonen foretas på den ene eller den andre måten. Det er ikke helt utelukket at dette kan skyldes forskjellige klimaforhold. Indeksen fra Gøyst viser at klimaet i tida omkring 1910 har påvirket årringene slik at de viser en helt usedvanlig størrelse, særlig for året 1910. Etter denne tida har klimaforholdene forandret seg i mer ugunstig retning slik at årringindeksen synker gradvis til midten av 1920-årene. Det er ikke godt å avgjøre hva som har bevirket at årringene omkring 1910 er så ualminnelig store. Ifølge temperaturmålingene fra Oslo ligger gjennomsnittstemperaturen for april, mai og juni 1910 en del høyere enn normaltemperaturen. Ifølge Ordings undersøkelser (ORDING 1941) kunne det være en forklaring på at veksten det året har vært så god. I alle fall kan en sikkert gå ut fra at under slike «ekstremår» vil ikke årringbreddene øke forholdsvis like meget på alle steder. Skyldes

den gode veksten stor forsommervarme, er det sannsynlig at trær som vokser på relativt tørr mark, ikke viser så stor økning som trær som vokser under mer gunstige fuktighetsforhold. Men selv om den plutselige økningen i årringbredden fra 1912 i de klimakorrigerte seriene i noen grad kan skyldes uheldig klimakorreksjon, viser fig. 6 og 7 at årringbredden i atskillige år etter 1912 holder seg større enn den tidligere har vært. Dette kan neppe skyldes uheldig klimakorreksjon.

En må være klar over at ved beregning av fig. 6 og 7 er materialet delt i grupper etter den reaksjonskoeffisient feltene hadde. Selv om variasjonene i årringbredden skyldes andre ting enn kvelstoffgjødslingen, og denne ikke hadde noen virkning, ville en p. g. a. den anvendte beregningsmåte finne at årringbreddene enkelte år i perioden 1912—29 var forholdsvis store. Det avgjørende er at årringbredden i flere år på rad i tida like etter 1912 er meget større enn før og senere.

II. Under beregning av reaksjonskoeffisientene er gått ut fra at en kunne finne den «sanne» livskurven tilnærmet ved hjelp av to deler av årringseriene. Med «sann» livskurve menes her den kurve som en ville funnet om trærne ikke hadde vært påvirket av kvelstoffgjødslingen.

Hvis imidlertid kvelstoffgjødslingen har positiv virkning, slik at årringene i tida 1930—47 er større enn de ellers ville vært, fører beregningsmåten til at en stort sett beregner for lave reaksjonskoeffisienter. Den livskurve en i dette fall beregner er naturligvis bare et hjelpemiddel til å finne hvor stor reaksjonen har vært, og har forsåvidt intet med den «sanne» livskurven å gjøre. Dette kommer tydeligst fram ved de feltene som har stigende beregnet livskurve. All erfaring tyder jo på at livskurven synker, i alle fall fra et visst punkt.

Når det likevel er beregnet en livskurve som i mange fall ligger langt fra den «sanne», er det fordi en lettere kan sammenlikne koeffisientene for de forskjellige feltene når de er beregnet på samme måten.

Det er mulig å finne en måte å korrigere de beregnede koeffisientene på. Vi går ut fra at livskurven (sann) kan gjengis med funksjonen $y = 1.0p^{x}$. Sann reaksjonskoeffisient kalles Q, beregnet q. Den geometriske middelårringbredde i perioden 1912—29 er $p_1$ % større enn den ville vært uten kvelstoffgjødslingen, mens den i perioden 1930—1947 er på $p_2$ % større.

Det viser seg at $Q \approx \frac{kq + q\sqrt{k^2q^2 - 4k + 4}}{2}$ hvor $k = \frac{p_2}{p_1}$

Q som funksjon av q og k er gjengitt i fig 8.

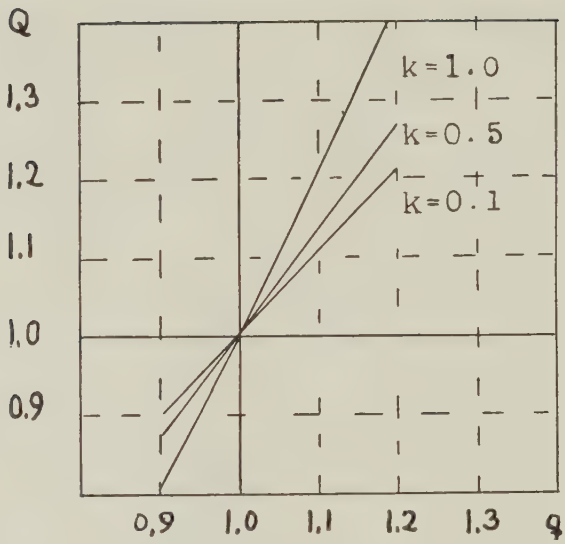



Fig. 8. Sann reaksjonskoeffisient (Q) som funksjon av beregnet reaksjonskoeffisient (q).
*True reaction coefficient (Q) as a function of the calculated reaction coefficient (q).*

For lave verdier av k er $Q \approx q$. Men med større k og større Q øker forskjellen mellom Q og q. En vil altså undervurdere reaksjonen mer jo større den er.

Betingelsen for at en skal kunne korrigere de beregnede reaksjonskoeffisientene, er at k er den samme for alle felt. Etter tabell 2 er kvelstofftapet til atmosfæren for perioden 1912—29 i gjennomsnitt nesten dobbelt så stort som i perioden 1930—47. Det er derfor grunn til å anta at i traktene omkring fabrikken er også den kvelstoffmengde som tilføres trærne, ca. dobbelt så stor i perioden 1912—29 som i perioden 1930—47.

Hvis det var slik at en halvering av den tilsatte gjødselmengde bevirket forholdsvis like stor nedgang i årringbreddene, uansett hvor stor den opprinnelige gjødselmengde var, ville k være omtrent konstant fra felt til felt. Det er imidlertid lite sannsynlig at så er tilfelle. Det er videre vanskelig å fastslå størrelsen av k. På denne bakgrunn er det derfor ikke foretatt noen korreksjon av reaksjonskoeffisientene.

III. Det kan ha sin interesse å vite hvordan årringbredden varierer de enkelte år fra 1912 og senere. Figurene 6 og 7 viser at i gruppen «høy reaksjon» øker årringbredden alt fra 1912 og et par år utover,

deretter holder den seg noenlunde konstant i samme høyde noen år, hvoretter den synker sakte. Kvelstofftapet fra fabrikken øker ganske jevnt til omkring 1927. Når årringbredden når kulminasjonspunktet temmelig raskt, kan dette skyldes at kvelstoffet bare i mindre grad er minimumsfaktor, eller at det etter en stund inntrer en forandring av forholdene i jordbunnen slik at noe av kvelstoffet ikke blir tilgjengelig for trærne.

Det ser ut til at årringbredden i 1934 og de følgende år er noe større enn i årene omkring, for «høy reaksjon». Kvelstofftapet fra fabrikken er meget lite i driftsåret 1933—34, men stiger en del for 1934—35 og 1935—36. På den annen side viser nedbøranalysene et meget stort kvelstoffinnhold også for 1934. Det er derfor godt mulig at den lille økningen omkring 1934 skyldes kvelstoffgjødslingen.

Gruppen «middels reaksjon» viser ingen økning i årringbredden omkring 1912—13. Derimot øker årringbredden noe fra 1923—24 til 1927—28, i denne tida var kvelstofftapet også størst.

En forklaring på de iakttatte forhold kan være: For at et felt skal vise stor reaksjon ved kvelstoffgjødsling, må det både være stort kvelstoffunderskudd og sterk gjødsling. Mindre reaksjon skyldes enten at det er lite kvelstoffunderskudd eller svak gjødsling. Ifølge det foregående må det være noe kvelstoffunderskudd på de fleste felt.

Feltene i gruppen «høy reaksjon» har på grunn av sin beliggenhet fått ganske sterk gjødsling, og årringbredden øker derfor alt fra 1912 og noen år utover inntil kvelstoffbehovet er dekket. Feltene i gruppen «middels reaksjon» har fått ganske svak gjødsling unntagen i årene 1924—28 da kvelstofftapet var meget stort.

IV. Fig. 9 er en skisse som viser hvordan reaksjonskoeffisientene er på felt av forskjellig beliggenhet i forhold til fabrikken. Feltene fra dalbunnen som sannsynligvis har vært gjennomhogd, er satt i parentes. Felt med stigende livskurve har understrekede reaksjonskoeffisienter. Reaksjonskoeffisientene er større på sørsida av dalen enn på nordsida. Dette kan skyldes at fabrikken ligger nærmere søndre dalside enn nordre, og/eller spesielle klimatiske forhold. Når en holder seg til felt fra samme høydelag, ser det ut til at reaksjonskoeffisientene ikke avtar noe særlig jo lenger vest en kommer. Det kan være flere grunner til dette. Muligens kan det skyldes at feltene nær fabrikken på grunn av den anvendte beregningsmåte er undervurdert i forhold til feltene lenger unna. Det kan også komme av at kvelstoffgjødslingen har vært større i noen avstand fra fabrikken (når vi ser bort fra selve dalbunnen).

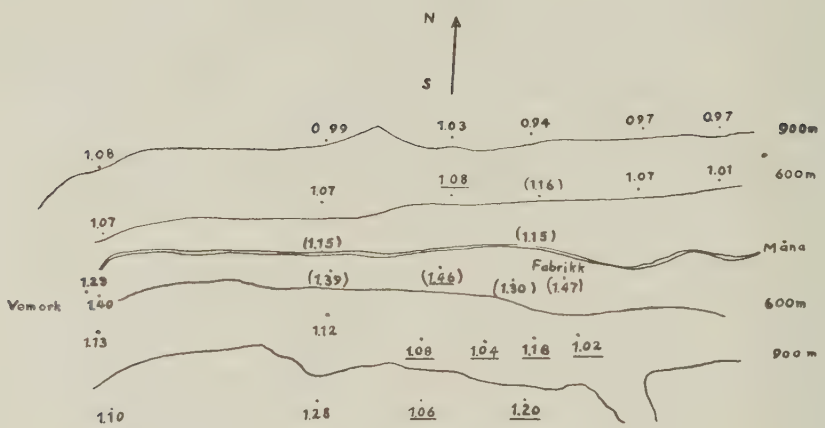



Fig. 9. Skisse av feltene med reaksjonskoeffisientene inntegnet. Felter med stigende beregnet livskurve er understreket. Felter hvor det muligens har foregått hogst, er satt i parentes.
*Map sketch of the plots with their reaction coefficients. Plots with rising calculated life curves have been underlined. Plots in which cuttings possibly have occured have been placed in parenthesis.*

Feltene ved Vemork ligger nærmere dalbunnen enn feltene ved Rjukan, fra samme høydelag. Hvis høyden over dalbunnen har meget mer å si for kvelstofftilførselen enn avstanden fra fabrikken, kunne en vente at Vemorkfeltene (600 m og 900 m) skulle ha de største reaksjonskoeffisientene.

Det eneste holdepunkt en har for å avgjøre hvorvidt dette er tilfelle, er nedbørsobservasjonene. De viser at den nedbør som faller vestenfor fabrikken inneholder meget mer kvelstoff enn den som faller i samme avstand østenfor. Likeså at den nedbør som faller i høyereliggende strøk er kvelstoff-fattigere enn den som faller i lavereliggende strøk. Det er sannsynlig at den kvelstoffmengde som kommer trærne til gode, viser temmelig sterk korrelasjon med kvelstoffinnholdet i nedbøren. Imidlertid, når en ikke vet hvordan forholdene var på feltene før fabrikken ble anlagt, er det vanskelig å trekke noen slutninger på grunnlag av fordelingen av reaksjonskoeffisientene. En kan ikke vite om en stor reaksjon skyldes sterk gjødsling etterat fabrikken ble anlagt, eller et usedvanlig stort kvelstoffunderskudd.

V. Det lar seg ikke med sikkerhet avgjøre om kvelstofftapet nå har noen særlig innflytelse på diametertilveksten. I tabell 13 er oppført resultatet av analysene av nåler innsamlet på Rjukan, Frøystul og i

Tabell 13.

Kvelstoffinnhold i nåler.

*N content of spruce needles.*

| Sted *Station* | Tre nr. *Tree No.* | Årsskudd *Annual shoot* | T | | L | | N | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 18/8 | 19/9 | 18/8 | 19/9 | Juli | 18/8 | 19/9 |
| Rjukan | 1 | Siste *The last* | 42,2 | 37,8 | 35 | 5 | | 1,45 | 1,50 |
| | 2 | | 44,5 | 40,3 | 44 | — | 1,74 | 1,55 | 1,50 |
| | 3 | | 40,8 | 37,8 | 245 | 8 | | 1,54 | 1,42 |
| | 1 | Nest siste *The last but one* | 49,0 | 42,9 | 3 | — | | 1,66 | 1,58 |
| | 2 | | 47,0 | 44,2 | 3 | — | 1,52 | 1,69 | 1,68 |
| | 3 | | 44,6 | 43,6 | 45 | 4 | | 1,50 | 1,44 |
| Frøystul | 1+2+3 | Siste *The last* | 43,0 | 40,3 | 1 | 1 | 1,51 | 1,07 | 1,12 |
| | | Nest siste *The last but one* | 50,5 | 44,5 | 1 | — | 1,05 | 1,05 | 1,02 |
| Gøyst | 1+2+3 | Siste *The last* | 43,3 | 41,1 | 1 | — | 1,25 | 1,30 | 1,20 |
| | | Nest siste *The last but one* | 52,8 | 45,2 | 1 | — | 1,02 | 1,21 | 1,18 |

T = prosent tørrstoff (percentage dry weight). L = vannløslig nitratkvelstoff i mg/kg tørrstoff (water-soluble nitrate nitrogen in mg per kg dry matter). N = vektprosent totalkvelstoff (N per unit weight of dry matter).

Gøyst. Denne og den følgende tabell er hentet fra dr. Jensens rapport til Rjukan salpeterfabrikker for 1947.

Vannløselig nitratkvelstoff er avgjort større ved Rjukan enn de andre steder. Det samme gjelder, om enn i mindre grad, totalkvelstoffet. En kan ikke nå avgjøre med sikkerhet hvor meget dette skyldes fabrikkens kvelstofftap. Det kan hende at jordbunnsforholdene hvor trærne på Rjukan står, ville vært bedre (med rikeligere kvelstofftilgang) enn f. eks. i Gøyst, selv om fabrikken ikke hadde vært anlagt. Når en får nåleanalyser som strekker seg over tilstrekkelig mange år, skulle en kunne avgjøre spørsmålet.

I tabell 14 er oppført kvelstoffinnhold i nedbørprøver. Tilsynelatende er det en god overensstemmelse mellom kvelstoffinnhold i nedbøren og i nålene (siste årsskudd), idet kvelstoffinnholdet stort sett synker fra juli til september både i nedbøren og i nålene. Men at kvelstoffinnholdet i nålene avtar utover høsten, skyldes også den stofftransport som foregår fra nålene inn i grener og stamme.

Tabell 14.

Kvelstoffinnhold i nedbøren 1947.
*N content of precipitation 1947.*

| Stasjon *Station* | Måned *Month* | Mg N/m²/mm nedbør *Mg N/m²/mm precipitation* | Nedbør mm *Precipitation mm* | Mg N/m² |
|---|---|---|---|---|
| Rjukan | Juli | 4,88 | 69,9 | 341,1 |
| | August | 29,36 | 3,6 | 105,7 |
| | September | 5,46 | 16,6 | 90,6 |
| Frøystul | Juli | 0,48 | 76,0 | 36,8 |
| | August | 3,02 | 4,7 | 14,2 |
| | September | 0,44 | 28,6 | 12,7 |
| Gøyst | Juli | — | — | — |
| | August | — | — | — |
| | September | 3,08 | 16,9 | 52,1 |

Den angitte nedbør er den som falt i månedens første 18 dager.
*The precipitation stated above fall during the first 18 days of the month.*

Det er imidlertid lite trolig at det store innhold av vannløselig nitratkvelstoff i trærne ved Rjukan i forhold til Gøyst og Frøystul b a r e skyldes opprinnelige forskjeller i jordbunnen.

Etter de undersøkelser som er foretatt av Mitchell og Gast, er det en sterk korrelasjon mellom kvelstoffinnholdet i bladene og diametertilveksten. Hvis samme forhold gjør seg gjeldende for gran, synes de foretatte analyser av nålene i noen grad å støtte antakelsene om at kvelstoffgjødslingen også nå øver en positiv virkning på trærnes diametertilvekst.

VI. Det er vanskelig å avgjøre hvorvidt den registrerte reaksjon er en direkte eller indirekte virkning av kvelstofftapet. Indirekte kan det ha vært hvis f. eks. de klimatiske forhold var blitt endret på grunn av fabrikkens virksomhet. Det er umulig å si i hvilken grad en indirekte virkning har gjort seg gjeldende.

Som tidligere nevnt ble det samlet humusprøver fra hvert felt, prøvene ble analysert for å finne ammoniakk- og nitratinnhold. Det viser seg at det på enkelte steder er ganske store mengder ammoniakk og nitrat. Erfaringer fra tidligere utførte forsøk viser imidlertid at ammoniakk- og særlig nitratproduksjonen i jordbunnen er meget avhengig av jordbunnsforhold og vegetasjon. Inndeles feltene etter skogtypene, ser en dette tydelig. I gras-urterik skog har alle feltene, unntagen et fra 900 m, ganske stor nitratproduksjon. Av feltene fra

Tabell 15.

Ammoniakk- og nitratinnhold i humusprøver fra forskjellige høydelag.

*Content of ammonia and nitrate of humus samples grouped according to elevation.*

| 300 m | | | 600 m | | | 900 m | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Felt nr. | $NO_3$ mg/kg org. stoff | $NH_3$ mg/kg org. stoff | Felt nr. | $NO_3$ mg/kg org. stoff | $NH_3$ mg/kg org. stoff | Felt nr. | $NO_3$ mg/kg org. stoff | $NH_3$ mg/kg org. stoff |
| 6 | 3140,7 | — | 18 | — | 48,0 | 29 | — | 113,1 |
| 10 | 2835,3 | 1117,7 | 17 | 34,8 | 226,4 | 30 | — | 33,2 |
| 11 | 1940,1 | 1364,1 | 19 | 1613,9 | 124,6 | 33 | — | 140,2 |
| 5 | 958,5 | 56,4 | 16 | — | 51,2 | 34 | 14,6 | 1061,2 |
| 8 | 1993,3 | 1738,3 | 22 | 2453,7 | 239,6 | 32 | — | 26,9 |
| 12 | 515,6 | 1124,5 | 23 | 18,8 | 2093,8 | 31 | — | 195,3 |
| 3 | 1761,2 | — | 24 | 634,3 | 1462,9 | 28 | 92,0 | 50,6 |
| 4 | 1212,6 | 56,1 | 21 | — | 142,5 | 35 | — | 928,2 |
| 9 | 3403,2 | 2080,6 | 20 | — | 85,0 | 26 | — | 720,0 |
| 2 | 69,6 | 267,8 | 15 | 2039,5 | 65,8 | 27 | — | 113,2 |
| 1 | 615,4 | 117,2 | 25 | — | 784,4 | | | |
| | | | 13 | 856,5 | 49,4 | | | |
| | | | 14 | 60,8 | 189,2 | | | |

moserik skog med urter viser en del av de lavestliggende noe nitratinnhold. I tabell 15 er feltene ordnet i grupper etter beliggenheten. Nitratinnholdet avtar jo høyere feltene ligger. Det samme gjelder, om enn i mindre grad, ammoniakkinnholdet. Temperatur, ernærings- og fuktighetsforhold er gunstigere i lavereliggende strøk enn i høyereliggende, så det store kvelstoffinnholdet i humusen skyldes sikkert for en stor del dette.

De seneste år har kvelstofftapet fra fabrikken vært ganske lite. Ved nedbørsmåleren på Rjukan er det registrert maksimum 4,8 gr N/m² for et år. Tar en i betraktning at en del av dette faller om vinteren, skjønner en at kvelstofftapet må ha liten innflytelse på det aktuelle kvelstoffinnholdet i humusen.

Men selv om en ikke kan påvise usedvanlig store kvelstoffmengder i humusen på et gitt tidspunkt, behøver ikke dette å bety at kvelstoffgjødslingen ikke har noen betydning for vegetasjonen. Mens en ved vanlig gjødsling tilsetter store gjødselmengder av og til, skjer det ved fabrikken en kontinuerlig gjødsling. Denne form er sikkert gunstigere fordi en mindre del av det tilsatte stoff går tapt, slik at en kan oppnå like godt resultat med mindre gjødselmengde enn når alt blir tilsatt på en gang.

## Konklusjon.

Som det vil framgå av det foregående er det en rekke faktorer som gjør det vanskelig å trekke noen sikre konklusjoner, men alle forhold tatt i betraktning kan en si: Kvelstofftapet fra fabrikken har bevirket at årringbredden for trærne i traktene omkring fabrikken er noe større enn den ellers ville vært. Hvor økningen er størst, begynte den antagelig alt i 1912. I noen tilfelle er den gjennomsnittlige årringbredde for perioden 1912—29 ca. 25—30 % større enn den ellers ville vært.

Det er mulig at kvelstofftapet også nå øver noen virkning på veksten av trærne omkring fabrikken.

# Investigation on the effect of the N loss, occuring under the saltpetre production, on the diameter increment of the Norway spruce (Picea abies (L.) Karst).

Rjukan Nitrate Factories are situated in Vestfjorddalen, Telemark County, latitude 59° 53′ and longitude 2° 10′ West of Oslo. Fig. 1 is a map sketch of Vestfjorddalen and neighbouring tracts.

The rocks in Vestfjorddalen and north of it are chiefly metamorphosed rocks of volcanic origin. South of Vestfjorddalen is a layer of sedimentary rocks, mainly quartsite on top of the metamorphosed rocks. The deposits consist chiefly of morainic formations.

At Rjukan Nitrate Factories a loss of nitrogeneous compounds occurs in the process of production. These compounds pour into the atmosphere, and result in a fertilization of the regions surrounding the factory. The N loss from one year to another will be seen from Tab. 2 and Fig. 2.

The aim of these investigations has been to find out if this nitrogen fertilization has had any influence on the diameter increment of the spruce.

Samples of annual rings were collected by means of an increment borer from 35 plots in Vestfjorddalen, 11 plots in a neighbouring valley Gøystdalen, and 3 plots near Skarsfoss. The N loss taking place at the factory had not influenced the stands on the plots near Skarsfoss and in Gøystdalen.

5 trees were sampled on each plot, 2 samples being collected from each tree.

The plots were situated at different elevations, the upper part of which were 900 m above sea level on the average. The plots from this elevation were grouped and designated 900 m. There was likewise one

group designated 600 m and one 300 m. The annual rings were measured by microscope. The arithmetic mean of the ring width was calculated for each plot for the years 1895—1947.

Tab. 6 contains a comparison of the correlation coefficients for the differences of the first order for various series of annual rings. The comparison shows that the effect of the climate on the variations in ring widths is not the same for localities situated at different heights above sea level.

The variation in ring width shows a closer correlation between localities situated at the same height above sea level than between those at different heights, even if the horizontal distance between the localities be somewhat less in the latter than in the former case. A special index for annual rings was therefore prepared for the groups 900 m, 600 m, and 300 m. Tab. 7.

The indexes for annual rings were calculated on the basis of material from Gøystdalen and Skarsfoss. For a trend function was used a function of the type $y = a/1.op^x$, where y represents the width of the annual rings and x the number of years from a given year which forms the basis. a and p are constants, determined by the material. This function has been suggested by RUDEN (1945).

The index for the annual rings illustrates how the ring widths have been acted upon by the climate.

The production at the Rjukan Nitrate Factories started in the autumn of 1911. In order to see if the fertilization has had any great effect on the diameter increment, the average ring width for the years 1912—16 was expressed in per cent. of the mean ring width for the years 1907—11. Tab. 8. The figures vary widely from plot to plot and it is impossible to say if the fertilization has had any effect on the basis of these figures.

To obtain a clearer expression of a contingent reaction in increment, the material was treated in a different way. A curve of the type $y = a./op^x$ was computed by means of the annual rings from the periods 1895—1911 and 1930—47. The mean ring width for the period 1912—29 was then expressed in per cent. of the calculated ring width for the same space of time. The quotient has been called reaction coefficient. Tab. 9. It is possible that cuttings have taken place on Plots 3, 4, 5, 6, 8, 10, and 22. These plots have therefore partly been left out in the further treament of the material. Tab. 11 contains an analysis of variance of the reaction coefficients. It seems to indicate

that the magnitude of the reaction coefficients vary with the different groups into which the material has been divided. (Tab. 10.)

To find out how a contingent reaction had come about, the material was divided into groups according to the reaction coefficients. Tab. 12. The correction for influence by climate was effected by means of the annual ring index in Tab. 7. The result will be found in Fig. 6. Still another correction for climate was made. In this case the ring widths of the group «Strong reaction» were divided by the ring widths of the group «Medium reaction» and «Weak reaction». The ring widths of the group «Medium reaction» were likewise divided by those of the group «Weak reaction». The result has been plotted in Fig. 7.

To interpret the results involves many difficulties, one of them being that the widths of the annual rings are so strongly influenced by things other than climate. A possible reaction in the ring width will therefore be hard to point out if it is not especially pronounced.

The following facts seem to indicate that the loss of nitrogen has had a promotive effect on the growth.

1. The analysis of variance in Tab. 11 has shown that the reaction coeffisients differ with the different groups.

2. In 8 plots, the annual ring widths were larger during the years 1930—47, than during the years 1895—1911. All the plots, except one, on the south side of Vestfjorddalen near to the factory, show the same tendency (see Fig. 9).

3. Figs. 6 and 7 show that the ring width for the group «Strong reaction» increase from 1912 and a few years onward, and does not decrease to its former level till a long time has lapsed.

The method employed in the calculation of the reaction coefficients will result in the coefficients being systematically calculated too low if the N loss has affected the growth in any way. This «bias» is not great, however, and as a correction furthemore would introduce several precarious elements it has been omitted.

It is difficult to decide if the N loss has any effect on the increment at present. Analyses of the N content of spruce needles (Tab. 13) show that the content is very high in the neighbourhood of the factory, and probably higher than it would have been if the factory had not been there. GAST (1937) and MITCHELL and CHANDLER (1939) have found

a close correlation between growth and N content of the leaves of different tree species. If this applies to spruce as well, it means that the N loss at present, too, exerts a favourable effect on the increment.

## Conclusions.

The loss of N from the factory has resulted in the ring widths of the trees in the tracts surrounding the factory being somewhat larger for the years 1912—29, than would otherwise have been the case. Where the increase is greatest it started most likely as early as 1912. In some cases the mean ring width for the period 1912—29 is about 25—30 per cent. larger than it would have been if no fertilization had taken place. It is possible that the loss of nitrogen from the factory also at present has some effect upon the growth of the trees in the neighbourhood.

## Litteraturfortegnelse.


*Fabricius, L* (1940): Ein 10-jähriger Düngungsversuch. Forstw. Centralbl. 62. 1940 s. 76.

*Gast, P. R.* (1937): Studies on the development of conifers in raw humus. III. The growth of Scots Pine (Pinus silvestris L.) seedlings in pot cultures of different soils under varied radiation intensities. Medd. f. Statens Skogsforsöksanstalt 29. 1937 s. 587.

*Hesselmann, H* (1937): Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik Vaccinium-typ och dess inverkan på skogens föryngring och tillväxt. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt 30 1937 s. 529.

*Lang, R.* (1926): Forstliche Standortslehre. Handb. d. Forstwiss. I. Tübingen 1926 s. 213.

*Lorey, T.* (1926): Waldbau. Handbuch d. Forstwiss. II. Tübingen 1926 s. 1.

*Malmström, C.* (1949): Studier över skogstyper och trädslagsfördelning inom Västerbottens län. Medd. f. Statens Skogsforskn.inst. 37 1949 s. 195.

*Mitchell, H. L.* (1934): Pot cultures tests of forest soil fertility. Black Rock Forest Bull. no. 5 1934.

—. (1939): The growth and nutrition of White Pine (Pinus strobus L.) seedlings in cultures with varying Nitrogen. Phosphorus. Potassium and Calcium. Black Rock Forest Bull. no. 9 1939.

— *and Chandler, R. F.* (1939): The nitrogen nutrition and growth of certain deciduous trees of northeastern United States. Black Rock Forest Bull. no. 11 1939.

*Näslund, M.* (1944): Den gamla granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt 33 1944 s. 1.

*Olsen, C.* (1929): Om den analytiske bestemmelse av ammoniakk i jordbunden og om jordens absorbtionsevne overfor ammoniakk. Medd. f. Carlsberg lab. 17 1929.

*Ording, A.* (1941): Årringanalyser på gran og furu. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen 25 1941 s. 105.

*Riehm, H.* (1926): Bestimmung der Nitrate im Ackerboden mittels der Diphenylreaktion. Zeitschr. f. Pfl.ern. Düngung und Bodenkunde. B. A.

*Puden, T.* (1945): En vurdering av anvendte arbeidsmetoder innen trekronologi og årringanalyse. Medd. f. Det norske Skogforsøksvesen 32 1945 s. 181.

*Wiedemann, E.* (1932): Der gegenwärtige Stand der forstlichen Düngung. Arb. d. Deutschen Landw. Gesellsch. 385 1932.

*Wold, H.* (1938): A study in the analysis of stationary time-series. Uppsala 1938.

*Wykoff, D.* (1933): Geology of the Mt Gausta region in Telemark, Norway. Bryn Mawr. Pennsylvania 1933.

OLA BØRSET

# Forsøk med avkom av enkelttrær fra kystfuruskogen på Hvaler.

*Studies on progenies from single trees of Scots Pine (Pinus silvestris L.) from a coastal forest in Southern Norway.*

# Innhold.


Side

Forord ..... 133
Innledning ..... 135
I. Mortrærne ..... 138
II. Kongler, frø, 1-årige planter ..... 142
III. Utplanting i feltforsøk ..... 146
IV. Oppmålingen 1942 ..... 146
V. Revisjonen høsten 1948 ..... 148
Sammendrag ..... 155
*Summary* ..... 156
Litteraturfortegnelse ..... 158

# Forord.

Det forsøk som beskrives her ble i 1935 anlagt av Institutt for Skogskjøtsel, Norges Landbrukshøgskole, under ledelse av professor AGNAR BARTH.

Den nåværende bestyrer av Instituttet, professor HANS H. H. HEIBERG, har overlatt undertegnede materialet til bearbeiding og offentliggjøring.

Professor HEIBERG og amanuensis ØIVIND NISSEN har lest gjennom manuskriptet og gitt meg mange gode råd.

Norges Landbrukshøgskole, Vollebekk, 30. mars 1950.

Ola Børset.

# Innledning.

Kystfuruskogen på Hvaler har et karakteristisk utseende, sterkt preget av vekstvilkårene. Ytterst mot stranden er furua krattformet og lavvokst, men etter hvert som en kommer innover blir trærne suksessivt høyere og bedre i formen. Kommer en så langt som et par hundre meter fra sjøkanten, vokser det rettstammet og ganske vakker furu. Det er klart at det er klimaet, i første rekke den sterke vindvirkningen fra havet, som har skapt dette skogbilde.

Skogen har stått der i generasjoner, og spørsmålet er da om det i denne tiden har foregått en seleksjon i genetisk ulike populasjoner fra stranden og innover. Problemet kan løses ved å undersøke avkommet av de krokete og buskformede trær langs stranden og sammenligne det med avkommet fra rettstammede og normale trær i større avstand fra sjøen. Spørsmålet har sin store praktiske betydning, da vi hos oss har mange lignende eksempler hvor vekstvilkårene veksler sterkt innenfor begrensede områder.

Det er flere måter å angripe problemet på:

1. Gjennom vegetativ formering av fenotypene kan en lage en rekke individer som prøves under ensartede klimaforhold. Syrach Larsen (1947) har med hell benyttet denne metode for flere treslag i Danmark.

2. En kan samle frø etter fri avblomstring fra de forskjellige typer. Her kommer den vanskelighet til at en ikke kjenner faren. En må regne med en gjennomsnittlig pollenblanding, men skulle likevel få utslag for moren. En må ved dette familieutvalg regne med en viss variasjon fra år til år fordi bestøvningsvindene snart kan blåse i den ene, snart i den annen retning. Et år kan pollenet fortrinsvis blåse fra land mot kysten, og et annet år i motsatt retning.

Fig. 1. Fra den vindeksponerte skog på Hvaler. Like ved strandkanten.
*From the windexposed forest of Hvaler. Close to the seashore.*

Avkomsundersøkelse etter fri avblomstring kan igjen bli forskjellig etter den måten en samler inn og behandler frøet på.

Er formålet en analyse av populasjonene som direkte tar sikte på å løse spørsmålet med praktisk frøinnsamling for øye, kan en samle frø fra en rekke trær innenfor det en rent okulært bedømmer til å være samme populasjon, og så blande dette frø sammen. Sammenligningen skjer da på avkommet fra disse forskjellige frøblandinger.

Hvis derimot formålet er en mer teoretisk analyse av en eventuell genetisk forskjell mellom tretypene, kan en velge ut enkelttrær som er typiske for hver sone og sammenligne avkommet. Ved å velge ut flere trær for hver sone og holde avkommet hver for seg i forsøkene, kan en her få med de individuelle ulikheter innenfor populasjonene.

3. En kan foreta avkomsbedømmelse etter kontrollert bestøvning fra hver sone, der både far og mor er kjent.

Det forsøk som er beskrevet her, er anlagt etter den metode som er nevnt under punkt 2, med frø fra enkelttrær, typisk for hver sone. Når forsøket ikke er gjort mer omfattende, må dette sees i lys av de forsøksbevilgninger som den gang ble tilstått instituttet.

Fig. 2. En sterkt vridd, flerstammet furu, noen få meter fra strandkanten.
*A strongly twisted, many-boled pine, a few yards from the seashore.*

Når en bare har ett tre fra hver sone, får en ikke noe uttrykk for variasjonen mellom de enkelte mødre i den enkelte sone. En kan imidlertid slå sammen i grupper avkom fra trær som vokser i nærheten av hverandre. Derved blir det mulig å studere forskjellen på et mindre antall, men større soner. Hvis det skulle vise seg å være en systematisk variasjon til stede i materialet, f. eks. slik at avkommet suksessivt blir bedre når en beveger seg innover fra sjøkanten, vil avkommet fra enkelttrærne gi et fullgodt bevis for en slik regresjon.

Den 27. februar 1935 ble frø innsamlet fra 7 enkelttrær på Kirkøya i Hvaler, tatt ut fra sjøkanten og ca. 200 m innover. Det ble foretatt en rekke undersøkelser på materialet i 1935, de fleste utført av nåværende statskonsulent P. THURMANN-MOE. Samme år ble frøet sådd i høgskolens planteskole, og plantene satt ut på forsøksfeltet våren 1938, etter en plan utarbeidet av BARTH og THURMANN-MOE i fellesskap.

Våren 1942 ble den første oppmåling av plantene foretatt. Høsten 1948 ble foretatt en systematisk tynning av feltet med oppmåling av alle uttatte trær.

## I. Mortrærne.

Tabell 1.

En del av mortrærnes egenskaper.
*Some of the characteristics of mother trees.*

| Tre *Tree* | Karakteristikk *Characterization* | Høyde *Height* m | Avst. fra sjøen *Distance from the shore* m | $D_{1,3}$ (ev. rot) *D.breast height (or root)* cm | Alder *Age* | Fig. *Fig.* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | Rettstammet, normal *Straight-boled, normal* | 16,8 | 185 | 32 | 93 | 3 |
| $A_2$ | Rettstammet *Straight-boled* ..... | 11,0 | 156 | 28 | 90 | |
| B | Lavstammet *Short-boled* ..... | 7,4 | 53 | 16 | 49 | 4 |
| C | Flerstammet *Many-boled* ..... | 3,9 | 27 | 18 | 68 | |
| D | Krattfuru *Shrubby pine* ..... | 1,0—2,8 | 26 | (rot) 15 *(root)* | 85 | 5 |
| E | Krattfuru *Shrubby pine* ..... | 0,7—2,4 | 24 | 25 » | 68 | |
| F | Furukratt *Pine shrub* ..... | 0,5—1,5 | 8 | 15 » | 62 | 6 |

Fig. 3. Tre A midt på bildet.
*Tree A in the centre of the picture.*

Det ble samlet frø fra 7 trær fra strandkanten ved den store badestranden på Skjærhalden og innover mot Kjølbo gård. Ett av de 7 trærne, 11 m høyt, har av en eller annen grunn gått ut av forsøket. Alle opplysninger om frø, kongler etc. fra dette treet er likevel tatt med til supplering av materialet. De enkelte trær betegnes med bok-

Fig. 4. Tre B.
*Tree B.*

staver der A betegner det høyeste mortre lengst inn fra kysten og F det laveste furukratt helt ute ved sjøen. Det treet som ikke er blitt med i forsøket har her fått betegnelsen $A_2$.

Tabell 1 gir en oversikt over en del av mortrærnes egenskaper. I tillegg til de opplysninger tabellen gir tas her med følgende fra beskrivelsen av trærne:

A. Treet står syd for huset på Kjølbo gård. Det har en fin og rett stamme, og står i kanten av en gruppehogst i en liten sydvendt bakkeskråning.

$A_2$ Ganske godt le fra annen skog.

B. Treet er sterkt forvridd og heller i vindretningen. Det står noenlunde i le av foranstående mer eller mindre buskartet skog.

C. Roten deler seg i 3 hovedstammer som videre deler seg i flere greinstammer. Treet har beskyttelse mot verste sønnavind ved et buskbelte, ca. 20 m bredt.

D. Stammen er liggende i vindretningen.

E. Stammen ligger i vindretningen og sterkt forvridd.

F. Stammen krypende og sterkt forvridd.

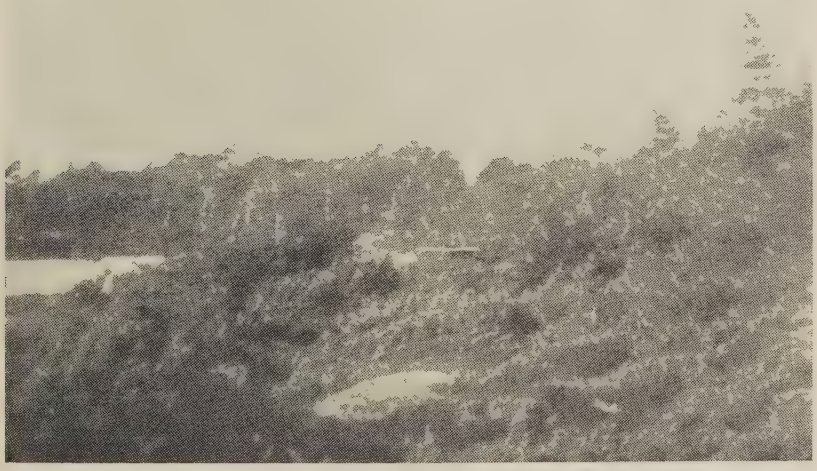


Fig. 5. Fra sonen hvor D står.
*From the zone where tree D stands.*

Fig. 6. Tre F i forgrunnen.
*Tree F in the foreground.*

## II. Kongler, frø, 1-årige planter.

Tabell 2 viser resultatet av en del undersøkelser foretatt på utgangsmaterialet.

Konglelengden er målt på 100 kongler fra hvert mortre. Det går uten videre fram av de oppgitte middeltall med middelfeil at det er sikker forskjell i konglestørrelsen. En foretatt variansanalyse viser en F-verdi på 101,66, dvs. statistisk helt sikker forskjell.

Det merkelige er imidlertid at de minste mortrær har de største

Tabell 2.

Kongler, frø, 1-årige planter.
*Cones, seeds, 1/0 seedlings.*

| Tre *Tree* | Konglelengde *Cone length* | Konglevekt lufttørr *Cone weight air dry* | Frøets 1000-kornvekt *Weight of 1000 seeds* | Frøutbytte *Seed yield* | | Spireevne *Germination* | Lengden av 1-årige planter *Lenght of 1/0 seedlings* | | 1-årige planters vekt av tørrsubstans pr. 100 pl. *Weight of 1/0 seedlings, dry matter per 100* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | pr. liter kongler *per liter of cones* | tom-frø *empty seeds* | | Rot *Root* | Stengel *Stem* | |
| | cm | g | g | g | % | % | cm | cm | g |
| A | 3,2 ± 0,03 | 3,4 | 4,83 | 5,9 | 12,2 | 70,9 | 12,6 | 3,7 | 5,92 |
| $A_2$ | 3,5 ± 0,03 | 4,3 | 4,64 | 9,1 | 22,2 | 95,8 | 10,8 | 3,8 | 4,48 |
| B | 3,5 ± 0,03 | 3,6 | 3,68 | 8,4 | 13,8 | 93,0 | 13,8 | 4,2 | 3,98 |
| C | 3,9 ± 0,05 | 5,4 | 5,47 | 8,6 | 30,6 | 84,0 | 11,2 | 3,9 | 4,35 |
| D | 3,8 ± 0,04 | 5,9 | 5,62 | 5,3 | 25,3 | 92,8 | 13,0 | 4,4 | 5,98 |
| E | 3,9 ± 0,04 | 5,1 | 4,65 | 7,8 | 36,4 | 93,6 | 10,5 | 4,3 | 4,23 |
| F | 4,2 ± 0,04 | 5,6 | 4,80 | 4,8 | 53,6 | 96,6 | 9,4 | 3,8 | 5,04 |

kongler. Konglelengden er stort sett jevnt økende med avtagende høyde hos mortreet. Her er funnet en korrelasjonskoeffisient på ÷ 0,87 (se tabell 3). Denne koeffisient er statistisk sikker. Noen forklaring på denne korrelasjon er det vanskelig å gi.

Tabell 3.

Korrelasjonskoeffisienter.
*Coefficients of correlation.*

| | Konglelengde *Cone lenght* | 1000-kornvekt *Weight of 1000 seeds* | Lengde 1-årige planter *Length of one year seedlings* | Lengde 1942 *Lenght 1942* | Spireevne *Germination* % |
|---|---|---|---|---|---|
| Trehøyde *Tree height* ..... | ÷ 0,87 | ÷ 0,31 | ÷ 0,58 | ÷ 0,37 | |
| Konglelengde *Cone length* ..... | | 0,51 | 0,15 | 0,45 | 0,52 |
| 1000-kornvekt *Weight of 1000 seeds* ... | | | 0,04 | 0,49 | ÷ 0,20 |

Konglene fra Hvaler har omtrent normal størrelse. EIDE (1925) har foretatt inngående analyser av norsk furufrø fra modningsåret 1923, (82 prøver) og har for gruppene syd-norske kystfrø, som det ligger nærmest å sammenligne med her, fått konglelengder som varierer mellom 3,16 cm (Skjeberg) og 4,20 cm (Møre), altså praktisk talt samme variasjonsvidde som i prøvene fra Hvaler.

HAGEM (1917) har blant annet undersøkt kongler og frø fra 8 prøver fra typisk kystskog på Vestlandet. Hans konglelengder varierer fra 3,0 til 3,7 cm, med 3,23 i middel. Disse er altså betydelig mindre enn Hvaler-konglene. HAGEM's kystkongler skiller seg for øvrig ut fra hans øvrige materiale hvor gruppemidlene ligger mellom 3,6 og 3,9 cm.

Vekten pr. kongle i lufttørr tilstand ligger også noe lavere for de store mortrær enn for de små. Dette er jo rimelig etter det som er nevnt foran, konglelengden er jo bl. a. bestemmende for vekten. Men det er store uregelmessigheter hva vekten angår.

Frøets 1000-kornvekt viser ingen sikker sammenheng hverken med konglelengde eller trehøyde. Korrelasjonskoeffisientene framgår av tabell 3.

Hvaler-frøet viser en påfallende stor 1000-kornvekt, 3,7—5,6 g.

HAGEM's prøver viser i middel 4,0 g, med variasjon mellom 3,3 og 4,6. EIDE's tall for sydnorsk kystfrø (1925), som omfatter 17 prøver, viser 2,4—7,2 g.

Frøutbyttet i g pr. liter kongler viser ingen systematisk variasjon, mens derimot tomfrøprosenten stort sett tiltar med avtakende høyde hos mortrærne.

Frøutbyttets størrelse faller godt sammen med de tall EIDE (1923) har funnet for nord-norsk furu, men ligger betydelig over HAGEM's for vestlandsk kystfuru.

Med hensyn til spireprosenten, som er beregnet på prøver hvor tomfrøet er frasortert, skiller A og C seg skarpt ut ved sine lave verdier. Det er neppe grunn til å tillegge avvikelsene for A og C noen større betydning.

Beregning av korrelasjonskoeffisienten mellom spireprosent og konglelengde gir $r = + 0{,}52$, men med bare 7 variantpar som her, er ikke koeffisienten sikker.

EIDE (1923) fant heller ikke noen sammenheng mellom konglelengder og spireprosent.

Derimot fant EIDE på sitt nord-norske materiale at spireprosenten tiltar med økt frøtyngde. Han har undersøkt 36 frøprøver. En beregning av korrelasjonskoeffisienten for hans materiale gir verdien $r = + 0{,}54$. Denne er signifikant ($P = 0{,}01$). En slik sammenheng kan ikke påvises i materialet fra Hvaler (se tabell 3).

Ved sammenligningen med EIDE's materiale må en være oppmerksom på at frøet fra Hvaler stammer fra et meget begrenset område, mens EIDE har 36 prøver spredt over et stort geografisk område.

Det er verdt å merke seg at mortrærne D, E og F, som i beskrivelsen har fått betegnelsen krattfuru, furukratt, alle har gitt utmerket frø, med spireprosentene 90, 94 og 97. Dette bekrefter hva HAGEM (1917) har funnet for den vindslitte Seljestokskogen i Kinn, Skandinavias vestligste naturlige furuskog, som er «den mest typiske kystskog som kan tænkes». Denne værslitte skarpskog ga i 1913 frø med spireprosent 98,5.

Lengden av 1-årige planter er målt 17. oktober 1935. Det er målt 100 planter av hver familie (fra hvert mortre). Tabell 3 viser de beregnede korrelasjonskoeffisienter. Ingen av disse er imidlertid sikre.

Det er ingen sammenheng mellom frøets 1000-kornvekt og plantelengden. I tabell 3 er også tatt med høyden av plantene i 1942, men heller ikke her er det noen sikker korrelasjon.

## III. Utplantning i feltforsøk.

Utplantingen ble foretatt på Høyskolen våren 1938. Plantefeltet er tidligere åkerjord, en jevn skråning med middels sterk helling mot vest. Feltet er ensartet og godt skikket til formålet. De enkelte parseller var 7 × 6 m, og på disse ble det satt ut 80 planter. Det ble 6 ledd i forsøket og med 3 gjentagelser ble det i alt 18 ruter slik som fig. 7 viser. De 18 ruter danner 3 blokker I — II — III. Blokk I ligger øverst, på toppen av skråningen. Blokk II og III går litt i hverandre, men stort sett ligger II i midten og III nederst. Selv om jorda er ensartet, må en her vente en viss variasjon med hellingen, slik at jorda blir mer veksterlig nedover feltet. Revisjonsmålingene bekrefter dette.

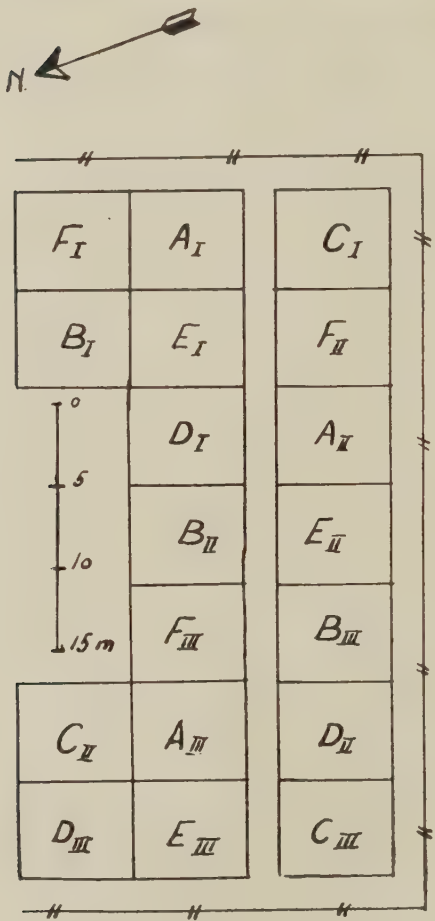



Fig. 7. Skisse over forsøksfeltet.
*Plan of the experiment.*

Arbeidet med plantingen ble omhyggelig utført og den slo godt til. Det framgår således av målingen som ble foretatt i 1942 at det da i alt kun hadde gått ut 34 planter av de opprinnelige utsatte 1440, det vil si 2,4 %. Feltet ble inngjerdet så plantene fikk vokse uforstyrret de første årene da de ellers kunne vært utsatt for tråkk og andre skader.

## IV. Oppmålingen 1942.

Våren 1942 ble feltet gjennomgått og høyden målt på hver plante. Videre ble notert antall utgåtte planter i hver parsell, antall planter med

gaffeltopp og antall planter med tendens til buskvekst. Resultatet av denne oppmålingen framgår av tabell 4.

Det framgår av notatene fra revisjonen at rutene A I og C I øverst på feltet er blitt noe sjenert av en poppel som vokser i nærheten. Noen korreksjon for dette er ikke foretatt, da det viser seg at spranget

Tabell 4.

Resultatet av oppmålingen våren 1942.
*Measurements in the spring of 1942.*

| Familie *Family* | Parsell nr. *Plot No.* | Middel-høyde *Mean height* cm | Antall planter *Number of plants* | Middel-høyde 10 største *Mean height of the 10 largest plants* cm | Utgåtte planter *Dead plants* | Planter med gaffeltopp *Forked plants* | Planter med buskform *Shrubby plants* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | I | 80 | 79 | 104 | 1 | 8 | |
| | II | 95 | 80 | 119 | | 10 | 4 |
| | III | 112 | 79 | 139 | 1 | 6 | |
| | I—III | 96 | 238 | 121 | 2 | 24 | 4 |
| B | I | 74 | 77 | 98 | 3 | 14 | 1 |
| | II | 95 | 77 | 124 | 3 | 17 | |
| | III | 118 | 80 | 148 | | 12 | |
| | I—III | 96 | 234 | 123 | 6 | 43 | 1 |
| C | I | 73 | 72 | 101 | 8 | 43 | 1 |
| | II | 106 | 80 | 127 | | 20 | 1 |
| | III | 107 | 78 | 132 | 2 | 17 | |
| | I—III | 96 | 230 | 120 | 10 | 51 | 2 |
| D | I | 104 | 76 | 129 | 4 | 9 | 1 |
| | II | 127 | 80 | 157 | | 11 | |
| | III | 120 | 79 | 159 | 1 | 4 | 1 |
| | I—III | 118 | 235 | 149 | 5 | 24 | 2 |
| E | I | 91 | 79 | 115 | 1 | 10 | 1 |
| | II | 121 | 80 | 151 | | 2 | |
| | III | 102 | 76 | 130 | 4 | 9 | 1 |
| | I—III | 105 | 235 | 132 | 5 | 21 | 2 |
| F | I | 81 | 78 | 102 | 2 | 18 | 2 |
| | II | 86 | 77 | 118 | 3 | 9 | 2 |
| | III | 114 | 79 | 147 | 1 | 10 | 1 |
| | I—III | 94 | 234 | 122 | 6 | 37 | 5 |
| A—F | I—III | 101 | 1406 | 128 | 34 | 200 | 16 |

fra blokk I til blokk II stort sett er ganske konstant for alle familiene. Middeltallene for høydene i de enkelte blokker er: I — 84 cm, II — 105 cm, III — 112 cm.

Det er middelhøyden som gir de beste opplysninger om tilstanden i 1942. En ser av tabell 4 at tallene varierer en del for de forskjellige familier. For å prøve om forskjellen mellom familiene er sikre, er det foretatt en enkel variansanalyse. Den har som resultat gitt $F = 2{,}54$. Dette svarer til P litt større enn 0,05, dvs. at i minst 5 % av tilfellene kan en vente å få så stor variasjon i middeltallene av rent slumpmessige årsaker. Forskjellen er derfor ikke sikker. En kan ikke si at den ene familie er bedre enn den andre.

For gaffeltopp er funnet $F = 3{,}79^*$, som skulle tyde på at det er forskjell. Ser en på tallene, finner en at C har de fleste gaffeltopper, E færrest. Det er i det hele ingen systematisk sammenheng mellom mortreets utseende og forekomst av gaffeltopp.

For buskform er det ingen sikker forskjell.

Resultatet av oppmålingen 1942 blir etter dette at en ikke kan påvise noen sikker forskjell mellom familiene. Avkommet av krattfuru er like bra som etter treformige trær.

## V. Revisjonen høsten 1948.

Høsten 1948 ble feltet tynnet. Tynningen ble foretatt helt systematisk, idet hvert annet tre ble fjernet, altså f. eks. nr. 1 — 3 — 5 — 7 i raden. Hvis f. eks. nr. 3 var gått ut på forhånd, ble nr. 4 hoppet over og nr. 5 tatt.

Alle felte trær ble målt. Tabell 5 viser resultatet av målingene, som middeltall pr. rute. Lengde og diameter på største grein ble tatt med for om mulig å få et tallmessig uttrykk for kronevidde og grovgreinethet. Alle diametrer er målt utenpå bark.

For oversiktens skyld er middeltallene for de enkelte familier satt opp for seg i tabell 6, hvor også resultatet av de utførte variansanalyser er tatt med.

Den første serie F-verdier i tabell 6 viser resultatet av de enkle variansanalyser som er foretatt for å undersøke om det er noen statistisk sikker forskjell mellom de enkelte familier. I samsvar med vanlig praksis, er de F-verdier som betegner sikre forskjeller forsynt med stjerner, slik at *en* stjerne svarer til en P som ikke er større enn 0,05,

Tabell 5.

Middeltall for uttatte trær ved måling 1948.
*Averages of felled trees in the autumn of 1948.*

| Familie *Family* | Parsell nr. *Plot No.* | Antall trær *Number of trees* | Høyde *Height* m | $D_{1,3}$ *D. B. H.* cm | $D_{midt}$ *D. at middle* cm | Toppskudd 4 år middel *Terminal shoot, average of 4 years* cm | Lengste grein *Longest branch* m | Diam. grøvste grein *Diam. of the thickest branch* cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | I | 37 | 3,4 | 3,5 | 3,1 | 39 | 1,0 | 1,5 |
| | II | 37 | 4,1 | 4,4 | 3,6 | 45 | 1,1 | 1,6 |
| | III | 29 | 4,3 | 4,4 | 3,7 | 45 | 1,1 | 1,4 |
| | I—III | 103 | 3,9 | 4,1 | 3,5 | 43 | 1,1 | 1,5 |
| B | I | 36 | 3,3 | 3,4 | 3,0 | 39 | 1,0 | 1,4 |
| | II | 31 | 4,0 | 4,2 | 3,4 | 42 | 1,2 | 1,5 |
| | III | 29 | 4,4 | 4,5 | 3,6 | 44 | 1,1 | 1,5 |
| | I—III | 96 | 3,9 | 4,0 | 3,3 | 41 | 1,1 | 1,5 |
| C | I | 31 | 3,0 | 3,7 | 3,3 | 32 | 1,0 | 1,7 |
| | II | 25 | 3,8 | 4,4 | 3,7 | 40 | 1,1 | 1,5 |
| | III | 30 | 4,1 | 4,9 | 3,9 | 43 | 1,3 | 2,0 |
| | I—III | 86 | 3,6 | 4,3 | 3,6 | 38 | 1,1 | 1,8 |
| D | I | 32 | 4,2 | 4,6 | 3,6 | 46 | 1,1 | 1,4 |
| | II | 36 | 4,6 | 4,7 | 3,8 | 48 | 1,1 | 1,4 |
| | III | 31 | 4,3 | 5,5 | 4,3 | 48 | 1,4 | 1,9 |
| | I—III | 99 | 4,4 | 4,9 | 3,9 | 47 | 1,2 | 1,6 |
| E | I | 36 | 3,8 | 4,1 | 3,4 | 41 | 1,0 | 1,3 |
| | II | 36 | 4,4 | 4,8 | 3,8 | 44 | 1,2 | 1,6 |
| | III | 27 | 4,2 | 5,2 | 4,3 | 48 | 1,2 | 1,8 |
| | I—III | 99 | 4,1 | 4,6 | 3,8 | 44 | 1,1 | 1,6 |
| F | I | 31 | 3,7 | 4,1 | 3,6 | 43 | 1,2 | 1,6 |
| | II | 32 | 3,6 | 3,9 | 3,3 | 38 | 1,1 | 1,6 |
| | III | 31 | 4,4 | 4,8 | 3,9 | 44 | 1,3 | 1,7 |
| | I—III | 94 | 3,9 | 4,3 | 3,6 | 42 | 1,2 | 1,6 |
| A—F | I—III | 577 | 4,0 | 4,4 | 3,6 | 43 | 1,1 | 1,6 |

*to* stjerner svarer til 0,01 og *tre* stjerner 0,001. F-verdier satt i parentes, betyr at feilvariansen er større enn familievariansen.

Av tabell 6 kan en slutte:

Det er ingen statistisk sikker forskjell mellom familiene med hensyn til høyde, greinlengde og greintykkelse. Derimot er forskjellene

Tabell 6.

Middeltall for uttatte trær 1948. Resultat av variansanalysen.
*Averages of felled trees 1948. Results of the analysis of variance.*

| Familie *Family* | Høyde *Height* m | $D_{1,3}$ *D. B. H.* cm | $D_{midt}$ *D. at middle* cm | Toppskudd 4 siste *Terminal shoot, average of 4 years* cm | Lengste grein *Longest branch* m | Diam. grøvste grein *Diam. of the thickest branch* cm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 3,9 | 4,1 | 3,5 | 43 | 1,1 | 1,5 |
| B | 3,9 | 4,0 | 3,3 | 41 | 1,1 | 1,5 |
| C | 3,6 | 4,3 | 3,6 | 38 | 1,1 | 1,8 |
| A—C | 3,8 | 4,2 | 3,5 | 41 | 1,1 | 1,6 |
| D | 4,4 | 4,9 | 3,9 | 47 | 1,2 | 1,6 |
| E | 4,1 | 4,6 | 3,8 | 44 | 1,1 | 1,6 |
| F | 3,9 | 4,3 | 3,6 | 42 | 1,2 | 1,6 |
| D—F | 4,1 | 4,6 | 3,8 | 44 | 1,2 | 1,6 |
| Middelfeil på de enkelte familier *Standard error of single family means* | 0,16 | 0,14 | 0,10 | 1,46 | 0,05 | 0,10 |
| Middelfeil på gruppemiddeltallene *Standard error of group means* | 0,12 | 0,15 | 0,09 | 1,52 | 0,02 | 0,06 |
| $F = \frac{\text{mellom familier}}{\text{feil}}$ $F = \frac{\textit{between families}}{\textit{error}}$ $(f_1=5)$ $(f_2=10)$ | 2,55 | 6,53* | 4,93* | 4,27* | 1,09 | 1,01 |
| $F = \frac{\text{mellom grupper}}{\text{feil}}$ $F = \frac{\textit{between groups}}{\textit{error}}$ $(f_1=1)$ $(f_2=10)$ | 6,01* | 18,02** | 14,46** | 8,36* | 3,44 | (12,36) |
| $F = \frac{\text{mellom grupper}}{\text{innen grupper}}$ $F = \frac{\textit{between groups}}{\textit{within groups}}$ $(f_1=1)$ $(f_2=4)$ | 3,57 | 4,92 | 5,70 | 2,58 | 6,89 | (15,43) |

når det gjelder diameter i brysthøyde, diameter på midten og toppskuddlengde signifikante. Spesielt er dette tilfelle med brysthøydediameteren. Dette viser at familiene er genetisk forskjellige, og at ikke alle mødre har gitt like vekstkraftig avkom. Krattfurua D har gitt det beste avkom, og det nest beste mortre, B, det dårligste avkom.

Noen systematisk variasjon kan en ikke finne ved å se på middeltallene, hverken i den ene eller den annen retning. Derimot ser det ut

til at familiene A—B—C i gjennomsnitt skiller seg fra D—E—F. For å undersøke dette nærmere er den totale variasjon mellom familiene oppdelt i to deler, nemlig variasjon *mellom* de to nevnte grupper og *innen* disse, se tabell 7. En slik oppdeling skulle være fullt tillatt, skillet mellom A—B—C (treform) og D—E—F (buskform) er markant, og inndelingen ville også a priori falle naturlig.

Resultatet av disse nye variansanalyser fins også i tabell 6, nemlig den annen serie F-verdier. Tallet 6,01 er her framkommet ved at 0,436 er blitt dividert med 0,0726 (se tabell 7), og på samme måte med de andre tallene.

Analysen viser at også de to undersøkte grupper er genetisk forskjellige. De krattformige mortrær har gitt et avkom som hittil har vokst noe bedre enn de treformede mortrærs avkom. Ved denne inndeling er også forskjellen i høyde signifikant.

Hadde en i dette tilfelle fra Hvaler valget mellom frø av de 3 undersøkte treformige og fra de 3 krattformige mortrær, burde en altså velge det siste alternativ. Dette må ikke tolkes derhen at en generelt på Hvaler kan anbefale å samle frø fra krattfurua. Den siste analyse gir nemlig ikke svar på spørsmålet hvordan det vil stille seg om en samlet av andre trær i de to soner som de treformede og krattformede furuer representerer.

Tabell 7.

Variansanalyse. Høyde alle felte trær.
*Analysis of variance. Height all felled trees.*

| Variasjonsårsak<br>*Source of variation* | Frihetsgrader<br>*Degrees of freedom* | Kvadratsum<br>*Sum of squares* | Middelkvadrat<br>*Variance* | F |
|---|---|---|---|---|
| Blokker<br>*Blocks* | 2 | 1,641 | 0,8205 | |
| Familier<br>*Families* | 5 | 0,924 | 0,1848 | 2,55 |
| Mellom grupper<br>*Between groups* | (1) | (0,436) | 0,4360 | 6,01 |
| Innen grupper<br>*Within groups* | (4) | (0,488) | 0,1220 | |
| Feil<br>*Error* | 10 | 0,726 | 0,0726 | |
| Sum<br>*Total* | 17 | 3,291 | | |

Det foreliggende materiale kan imidlertid også gi svar på dette spørsmål. Da må en sammenligne variasjonen *mellom* de to grupper av trær med variasjonen *innen* disse grupper. Dette kan best illustreres ved å vise til det eksempel som er tatt med i tabell 7. En regner ut en ny serie F-verdier (siste serie i tabell 6). For høyden finner en

$$F = \frac{0{,}4360}{0{,}1220} = 3{,}57.$$

Tabell 8.

Middeltall for de 10 største felte trær 1948. Resultat av variansanalysen.
*Averages of the 10 largest felled trees 1948. Results of the analysis of variance.*

| Familie *Family* | Høyde *Height* m | $D_{1,3}$ *D. B. H.* cm | $D_{midt}$ *D. at middle* cm | Toppskudd 4 siste *Terminal shoot, average of 4 years* cm | Lengste grein *Longest branch* m | Diam. grøvste grein *Diam. of the thickest branch* cm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 4,6 | 5,3 | 4,4 | 52 | 1,3 | 1,8 |
| B | 4,8 | 5,7 | 4,5 | 53 | 1,4 | 1,8 |
| C | 4,2 | 5,3 | 4,4 | 44 | 1,3 | 2,0 |
| A—C | 4,5 | 5,4 | 4,5 | 50 | 1,3 | 1,9 |
| D | 5,0 | 6,2 | 4,8 | 55 | 1,5 | 2,0 |
| E | 4,8 | 5,9 | 4,7 | 52 | 1,3 | 1,9 |
| F | 4,6 | 5,6 | 4,5 | 50 | 1,4 | 2,0 |
| D—F | 4,8 | 6,0 | 4,7 | 52 | 1,4 | 1,9 |
| Middelfeil på de enkelte familier *Standard error of single family means* | 0,176 | 0,197 | 0,111 | 1,849 | 0,065 | 0,136 |
| Middelfeil på gruppemiddeltallene *Standard error of group means* | 0,15 | 0,183 | 0,077 | 2,38 | 0,048 | 0,051 |
| $F = \frac{\text{mellom familier}}{\text{feil}}$ $F = \frac{\textit{between families}}{\textit{error}}$ $(f_1=5)$ $(f_2=10)$ | 2,65 | 3,90* | 2,10 | 4,61* | 2,20 | (2,56) |
| $F = \frac{\text{mellom grupper}}{\text{feil}}$ $F = \frac{\textit{between groups}}{\textit{error}}$ $(f_1=1)$ $(f_2=10)$ | 4,03 | 9,20* | 4,84 | 3,12 | 4,41 | (3,99) |
| $F = \frac{\text{mellom grupper}}{\text{innen grupper}}$ $F = \frac{\textit{between groups}}{\textit{within groups}}$ $(f_1=1)$ $(f_2=4)$ | 1,76 | 3,58 | 3,41 | (1,60) | 2,67 | (1,7) |

Hverken denne verdi eller noen av de andre, som er funnet på samme måte og gjengitt i tabell 6, er signifikante. Dette vil si at det ikke kan påvises noen forskjell på avkom fra frø fra den ytre og den indre sone. Det skulle således ikke spille noen rolle hvor en samler frøet på Hvaler. En kan like godt samle frø av de buskformede trær som er lette å komme til, som ved klatring fra de høye trær lenger fra kysten.

Tabell 6 viser at avkom fra krattformede trær er 0,3 m høyere enn fra treformede. Beregner en middelfeilen på middeltallene på grunnlag av variasjonen «innen grupper» får en 0,12. Middelfeilen på differansen blir da $0{,}12\sqrt{2} = 0{,}17$. Går en ut fra P-verdiene 5 % og 1 % gir dette med 4 frihetsgrader t-verdier på 2,78 og 4,60. De tilsvarende konfidensintervall for differensen blir : 0,77 til —0,17 og 1,08 til —0,48. Det er med andre ord lite sannsynlig at en ved å samle frø fra krattfuru skal få et avkom som etter 14 vekstperioder har en middelhøyde som er *0,17 m mindre* enn avkommet etter treformede trær, og praktisk talt utelukket at avkommet skal bli 0,48 m mindre.

Fra et forstlig synspunkt kan det være av interesse å se hvordan resultatet blir når en betrakter middeltallene for de 10 største trær i hver rute. Disse vil antagelig gi et ganske godt uttrykk for dyrknings-

Fig. 8. Bilde fra forsøksfeltet høsten 1949.
*The plantation in the autumn of 1949.*

verdien, de fleste små og undertrykte trær faller jo ved de første tynninger.

Middeltallene for de 10 største trær framgår av tabell 8. Nederst på tabellen er oppført middelfeil og F-verdier på samme måte som i tabell 6. En ser at utslagene nå er blitt mindre. Det kan påvises en sikker forskjell mellom familiene i brysthøydediameter og toppskuddlengde, og mellom treform-krattform i brysthøydediameter. Den tredje sammenligningen, som altså skulle være uttrykk for en eventuell forskjell mellom de to soner ved en frøinnsamling også av andre trær, gir heller ikke nå noen signifikante verdier.

Det kan innvendes at dette forsøket ennå er svært ungt, det har bare 14 vekstperioder bak seg, og at utviklingen senere kanskje kan komme til å gå i en annen retning. En kan selvsagt ikke si noe sikkert på dette punkt, men det er vel lite sannsynlig at det skjer noen store forandringer i så måte. Det kan i denne forbindelse ha en viss interesse

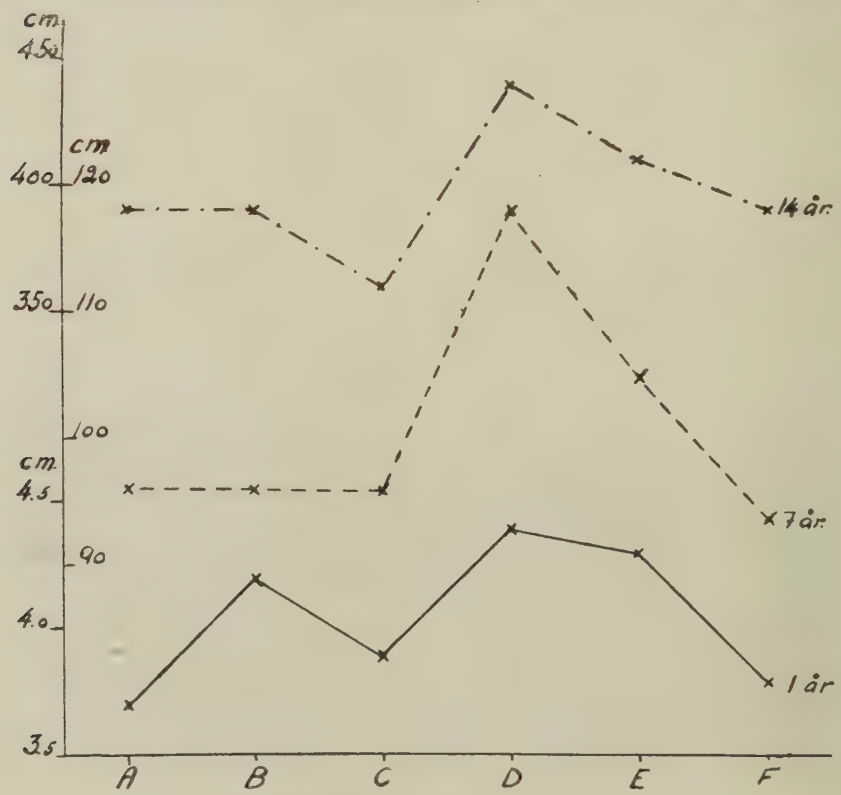



Fig. 9. Plantenes høyde etter 1, 7 og 14 år.
*Height of the plants after 1, 7, and 14 years.*

å se hvordan utviklingen har forløpet hittil. Fig. 9 viser at det er ganske god sammenheng mellom plantestørrelsen på de forskjellige måletidspunkter for de enkelte familier. Familien D har hele tiden hatt ledelsen. Tallene til fig. 9 er hentet fra tabellene 2, 4 og 6.

## Sammendrag.

Våren 1935 ble det samlet frø fra 7 furutrær på Hvaler, fra strandkanten og ca. 200 m innover. De ytterste trærne var krattformet, omkring en meter høye. Høyden tiltok suksessivt innover, det største treet var 17 m høyt (se tabell 1).

Planter av frø etter fri avblomstring fra 6 av disse trærne ble plantet ut i feltforsøk våren 1938. Oppmåling ble foretatt våren 1942 og høsten 1948.

De viktigste resultater av undersøkelsene er:

1. Konglelengden varierte fra 3,2 cm til 4,2 cm. De minste mortrær hadde jevnt over de største kongler. Korrelasjonskoeffisienten mellom trehøyde og konglelengde var ÷ 0,87.
2. Frøet viste stort sett høy spireprosent. Således har krattfuru med høyde 0,4—2,8 m gitt frø med spireprosenter på 93—96.
3. Det er ikke påvist noen sammenheng mellom frøets 1000-kornvekt og utviklingen av ett-årige planter.
4. Oppmålingen 1942 kunne ikke påvise noen sikker forskjell i høyde mellom de enkelte familier. Derimot ble det funnet et forholdsvis sikkert utslag for forekomst av gaffeltopp. C hadde de fleste, E de færreste gaffeltopper.
5. Revisjonen 1948 viste statistisk sikker forskjell mellom familiene for diameter i brysthøyde, diameter på midten og toppskuddlengde. Dette viser at familiene er genetisk forskjellige.
6. En gruppering av mortrærne etter høyden i treformede og krattformede viste at avkommet etter de 3 prøvede krattfuruer var noe bedre enn avkommet etter de 3 treformede trær.
7. Variasjonen mellom de undersøkte trær innen hver type er imidlertid såpass stor at materialet, hvis de 6 uttatte mortrær betraktes som tilfeldige prøver av de to typer, ikke gir noe grunnlag for å slutte at krattformede furuer på Hvaler i sin alminnelighet gir bedre avkom enn treformede furuer.
8. Forsøket viser at en på Hvaler like godt kan samle frø av den lavvokste krattfuru som av de store trær lenger inne fra kysten.

## Summary.

Progenies from 6 open pollinated single trees of Scots Pine *(Pinus silvestris L)* from the coastal forest of Hvaler, Østfold, Southern Norway, have been investigated.

Charateristics of the mother trees are given in Table 1 and in Fig. 3—6 (Tree $A_2$, from which seeds were collected, is not represented in the progeny).

The results of the investigations on cones, seeds and one year old seedlings are given i Table 2, the correlation coefficients between some of the characters will be found in Table 3. Only one of these correlations, namely the correlation between tree height and cone length, is significant ($r = \div 0{,}87$, $P = 0{,}01$).

The seeds were collected in 1935, and in 1938 the progenies were transplanted in three replications. The plot size was $7 \times 6$ m², each plot containing 80 plants.

In the spring of 1942 the heights of all the plants were measured. In addition the number of forked and shrubby plants was recorded (Table 4).

In the autumn of 1948 — after 14 periods of growth — one half of the trees was removed by systematic thinning. Every second tree was removed in the rows. On every felled tree the following measurements were taken: height, D. B. H., Diameter at the middle of the trunk, average length of the last 4 terminal shoots, and lenght and diameter of the largest branch (Tables 5 and 6). The same measurements of the 10 largest trees on every plot are given in Table 8.

The most important measurements are treated statistically by an analysis of variance and the F-values are given in Tables 6 and 8.

The following results are obtained:

1. Cone length varies between 3,2 and 4,2 cm, the smallest trees having the biggest cones.

2. The seeds mostly show a high per cent of germination. Shrubby pines, 0,4—2,8 m in height, have given seeds with a germination per cent of 93—96.
3. No correlation was found between seed weight and the height of 1/0 seedlings.
4. In the measurements of 1942 as well as those of 1946 no significant difference in height between the families was found. The difference in occurence of forked trees, however, was significant.
5. In 1948 significant differences in diameter as well as in length of the four terminal shoots were found, thus proving genetic differences between the families.
6. A grouping of the material in regard to the height of mother trees in tree-formed and shrub-formed pines, showed that the progenies of the 3 shrubby pines were somewhat better than the progenies of the 3 normal trees (Table 7).
7. The result mentioned above may be due to the fact that 3 genotypically good pines have by chance been found as shrubby pines. The material is not large enough to prove any difference between shrubby and tree-shaped pines in general.
8. In Hvaler seeds from small shrubby pines along the seashore may as well be collected as seeds from larger, wellshaped trees, growing at a distance from the sea.

## Litteraturfortegnelse.

*Lide, E.* (1923): Om temperaturmålinger og frøsetning i Nord-Norges furuskoger 1920. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen H. 3.

— (1925): Undersøkelse av norsk furufrø av modningsåret 1923. Medd fra Det norske Skogforsøksvesen H. 5.

*Hagem, O.* (1917): Furuen og granens frøsetning i Norge. Medd. nr. 2 fra Vestlandets Forstlige Forsøksstasjon.

*Syrach Larsen, C.* (1947): Estimation of the genotype in forest trees. Den kongelige Veterinær- og Landbohøjskoles Aarskrift 1947.

ELIAS MORK

# Faktorer som virker på spireevnen hos furu-, gran- og bjørkefrø.

*Factors influencing germination of seed from Pinus silvestris, Picea abies, Betula verrucosa, and B. pubescens.*

# Innhold.


Side

Innledning ..... 163
Forsøkenes oppgave og utførelse ..... 163
Forsøksresultatene ..... 165
Frø lagret ute ..... 165
Frø lagret under værelsetemperatur ..... 168
Konklusjoner ..... 170
*Factors influencing germination of seed from Pinus silvestris, Picea abies, Betula verrucosa, and B. pubescens* ..... 171
Litteraturfortegnelse ..... 173

## Innledning.

I et arbeid «Om bjørkefruktens bygning, modning og spiring» (MORK 1944) er det påvist at bjørkefrukter som er lagret noen uker under værelsestemperatur krever relativt høy spiretemperatur i forhold til frø av gran og furu. Spireminimum for slike bjørkefrukter ligger ved ca. 20° C, mens det for gran- og furufrø ligger ved ca. 10° C.

Ved en konstant temperatur av 20° C spirer tørt lagrede bjørkefrukter bare med 3 % i løpet av 60 døgn. Når temperaturen etter 60 døgn forhøyes slik at den daglig veksler mellom 17—35° C, stiger spireprosenten til 60 % i løpet av 16 døgn (jfr. MORK 1944 s. 439).

### Forsøkenes oppgave og utførelse.

Vinteren 1949—50 ble det utført en del forsøk for å påvise hvilken betydning overvintring av frø i og ovenpå fuktig jord ute i marken har for spireevnen og kravet til spiretemperaturen.

Den 3. november 1949 ble det satt ut en rekke spirekar av samme type og størrelse som de som er beskrevet i Meddelelser nr. 21 (jfr. MORK 1938 s. 228). Karene ble fylt med fuktig smuldret humus fra granskog av urtetypen, og frø av furu og gran, samt frukter av bjørk ble lagt ut ovenpå den smuldrede humus.

Følgende forhold ble undersøkt:

1. Karene dekket med sinklokk, frøet dekket med sand.
2. Karene dekket med netting, frøet dekket med sand.
3. Karene dekket med sinklokk, frøet udekket.

Karene ble lagret ute på åpen mark i 4 måneder fra 3. november til 1. mars. Dekningslaget med sand var for gran- og furufrø 4 mm tykt, og for bjørkenøtter 1 mm tykt. Det ble lagt ut 4 paralleller à 100 frø av hvert frøslag innen hver serie.

I de kar som ble dekket med sinklokk, ble det sørget for luftventilasjon mellom lokk og kar. Nettingdekket var kun for å hindre fugler og dyr fra å komme til frø og frukter.

Forsøkene ble utført på Ås, og været de 3 første ukene etterat karene ble satt ut var mildt med delvis regn. Etterpå var det vekslende frost- og mildværsperioder slik at temperaturen vekslet mellom + 4° C og ÷ 10° C. Denne værtype varte til midten av januar måned. Da kom det snø etter en kort frostperiode, og karene sto siden tildekket av snø til 1. mars. De betingelser frø og frukter ble lagret under skulle således tilsvare de forhold frøet ligger under når en anvender sen høstsåing.

Før karene ble satt i termostat til spiring, ble de tinet sakte opp i en romstemperatur av ca. 5° C. Like behandlede serier ble satt til å spire i termostater under 2 forskjellige konstante temperaturer 10 og 15° C. Fuktigheten i karene ble holdt i optimum ved veiing og tilsetting av vann hver 4. dag.

Under disse betingelser sto spirekarene først i 33 døgn. Deretter ble temperaturen forandret slik at den daglig vekslet mellom 17 og 35° C, som ifølge tidligere undersøkelser (MORK 1944) skulle være spireoptimum for bjørkefrukter som er lagret tørt.

Tabell 1.

Resultater av spireforsøk utført i Jacobsens spireapparat.

*Results from germination tests in a Jacobsen germination apparatus.*

| Frø av *Seed from* | Innsamlet *Collected* | | | Spireprosent *Germinating power per cent* |
|---|---|---|---|---|
| | På *In* | År *Year* | H. o. h. m *Elevation above see level m* | |
| Furu *Pinus silvestris* ..... | Østlandet | 1947 | 100 | 83,2 ± 2,9 |
| Gran *Picea abies* ..... | Østlandet | 1948 | 100 | 85,5 ± 3,0 |
| Bjørk *Betula verrucosa* ..... | Østlandet | 1948 | 50 | 85,3 ± 3,2 |

Spireevnen hos det frø som ble benyttet ble undersøkt i et Jacobsen spireapparat under optimumstemperatur. Resultatet framgår av tabell 1.

En ser at spireevnen hos alle tre frøslag er relativt høy idet den ligger over 80 % hos samtlige.

## Forsøksresultatene.

### *Frø lagret ute.*

En ser at frø av furu og gran som har ligget dekket av sand i fuktig jord er blitt nesten totalt drept i løpet av 4 måneder når værforholdene er slik at frøet fryser og tiner flere ganger.

Frø av gran og furu tar meget raskt opp vann selv om det bare ligger ovenpå et fuktig underlag (jfr. MORK 1933 s. 114). Ved en temperatur av 5° C opptas tilstrekkelig fuktighet for spiring i løpet av 5 døgn. Når slikt frø ligger dekket av fuktig sand, synes det å virke som når frøet fryser i is, idet nesten alt frøet blir drept (jfr. MORK 1933 s. 122 og WIKSTRØM 1922).

Ligger gran- og furufrø derimot ovenpå fuktig jord, skades det mindre av slike vekslende betingelser mellom frost og mildvær. I dette tilfelle har omtrent halvparten av det levende frø holdt seg levende, og disse frø spirer omtrent like godt ved 10° C som ved 15° C.

Som det framgår av tabell 2 og 3 beholder bjørkenøtter som er lagret under de samme betingelser spireevnen meget bedre.

For de bjørkenøtter som har ligget udekket, er spireprosenten den samme som frøet viste før forsøket (jfr. tabell 1, 2 og 3). De som har ligget under 1 mm tykt sandlag har derimot blitt noe dårligere, men felles for alle bjørkeserier er at nøttene etter å ha overvintret ute under slike vekslende værforhold har gjennomgått en forandring slik at de kan spire meget tilfredsstillende selv ved en konstant temperatur av 10° C. Spireminimum er således falt fra 20° **C til 10° C.**

Når de serier som har ligget dekket med sand, viser lavere spireprosent, kan det for en stor del bero på at kimplanter av bjørk er så svake at de har vanskelig for å bryte gjennom et sandlag selv om det bare er 1 mm tykt (jfr. MORK 1944 s. 458).

Av disse forsøk må en kunne slutte at høstsåing av gran- og furufrø under slike klimatiske betingelser som en til dels har i Ås, er meget uheldig, særlig hvis en nedmolder frøet.

Tabell 2.

Resultater av spireforsøk med frø som hadde vært lagret ute fra 3. november til 1. mars.

*Results of germinating tests with seeds wich had been stored in the fields from November 3rd to March 1st.*

| Frø av *Seed from* | Lagringsmetode *Method of storage* | Spirt etter døgn. Prosent. *Germinated after days. Per cent.* | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 9 | 13 | 17 | 21 | 25 | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 |
| | | Temperatur, konstant 10° C *Temperature constant 10° C* | | | | | | | | Temperatur 17—35° C *Temperature 17—35° C* | | | | | | |
| Furu *Pinus silvestris* | Karet dekket med zinklokk. Frøet dekket med sand *Vessel covered with a zink screen. Seed covered with sand* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 ± 0,2 |
| Gran *Picea excelsa* | | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 ± 0,4 |
| Bjørk *Betula verrucosa* | | 0 | 0 | 0 | 20,3 | 37,5 | 43,3 | 46,5 | 52,3 | 57,0 | 61,8 | 70,5 | 72,8 | 72,8 | 73,0 | 73,0 ± 2,0 |
| Furu *Pinus silvestris* | Karet dekket med netting. Frøet dekket med sand *Vessel covered with metal sieve. Seed covered with sand* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 ± 0,0 |
| Gran *Picea excelsa* | | 0 | 0 | 0 | 2,8 | 3,5 | 3,5 | 3,8 | 3,8 | 3,8 | 4,0 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 | 4,3 ± 0,6 |
| Bjørk *Betula verrucosa* | | 0 | 0 | 0 | 9,5 | 12,3 | 15,3 | 19,3 | 22,0 | 26,3 | 29,5 | 34,3 | 39,3 | 41,5 | 44,3 | 44,3 ± 7,1 |
| Furu *Pinus silvestris* | Karet dekket med zinklokk. Frøet udekket *Vessel covered with a zink screen. Seed uncovered.* | 0 | 0 | 4,5 | 36,0 | 39,8 | 41,0 | 42,0 | 42,5 | 42,5 | 42,5 | 42,5 | 42,8 | 42,8 | 42,8 | 42,8 ± 1,7 |
| Gran *Picea excelsa* | | 0 | 0 | 3,3 | 46,0 | 50,3 | 52,8 | 52,8 | 53,8 | 54,5 | 55,0 | 56,3 | 56,8 | 56,8 | 56,8 | 56,8 ± 1,6 |
| Bjørk *Betula verrucosa* | | 0 | 0 | 3,8 | 76,5 | 80,8 | 80,8 | 82,3 | 85,0 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 85,5 | 86,0 | 86,0 | 86,0 ± 1,8 |

Tabell 3.

Resultater av spireforsøk med frø som hadde vært lagret ute fra 3. november til 1. mars.

*Results of germinating tests with seeds which had been stored in the fields from November 3rd to March 1st.*

| Frø av *Seed from* | Lagringsmetode *Method of storage* | Spirt etter døgn. Prosent. *Germinated after days. Per cent.* | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 9 | 13 | 17 | 21 | 25 | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | 49 | 53 | 57 | 61 |
| | | Temperatur, konstant 15° C *Temperature, constant 15° C* | | | | | | | | Temperatur 17—35° C *Temperature 17—35° C* | | | | | | |
| Furu *Pinus silvestris* | Karet dekket med zinklokk. Frøet dekket med sand *Vessel covered with a zink screen. Seed covered with sand* | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 ± 0,4 |
| Gran *Picea excelsa* | | 0 | 0 | 1,3 | 2,8 | 3,8 | 3,8 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 ± 1,2 |
| Bjørk *Betula verrucosa* | | 0 | 0 | 17,3 | 58,8 | 69,0 | 70,5 | 71,5 | 72,3 | 72,3 | 72,3 | 75,0 | 76,8 | 76,8 | 76,8 | 76,8 ± 3,6 |
| Furu *Pinus silvestris* | Karet dekket med netting. Frøet dekket med sand *Vessel covered with metal sieve. Seed covered with sand* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 ± 0,0 |
| Gran *Picea excelsa* | | 0 | 2,8 | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 | 4,8 ± 0,9 |
| Bjørk *Betula verrucosa* | | 0 | 11,5 | 26,0 | 47,5 | 51,0 | 51,8 | 52,0 | 54,8 | 55,5 | 57,3 | 64,0 | 68,0 | 70,8 | 73,0 | 73,0 ± 1,8 |
| Furu *Pinus silvestris* | Karet dekket med zinklokk. Frøet udekket *Vessel covered with a zink screen. Seed uncovered.* | 0 | 32,0 | 41,0 | 45,3 | 46,0 | 46,5 | 46,5 | 46,5 | 46,5 | 46,5 | 46,5 | 46,5 | 46,5 | 46,5 | 46,5 ± 2,7 |
| Gran *Picea excelsa* | | 0 | 31,0 | 52,8 | 58,0 | 59,8 | 59,8 | 60,0 | 60,3 | 60,3 | 60,3 | 60,3 | 60,8 | 60,8 | 60,8 | 60,8 ± 1,7 |
| Bjørk *Betula verrucosa* | | 0 | 44,8 | 76,8 | 83,0 | 83,0 | 83,0 | 83,3 | 83,5 | 83,5 | 83,5 | 83,5 | 83,5 | 83,5 | 83,5 | 83,5 ± 0,9 |

Betingelsen for at en høstsåing med gran- eller furufrø skal gå bra er at det er typisk innlandsklima slik at frøet får ligge under et snødekke der temperaturforholdene er temmelig konstante.

Bjørkefrukter derimot bør såes om høsten, da en derved kan få nøttene til å spire tidligere kommende vår.

Av undersøkelser som er utført av JOSEPH (1929) med frukter av amerikanske *Betula*-arter framgår det at lagring i frossen jord nedsetter spireevnen. For frukter av norske bjørkearter gjelder dette bare når frøet er dekket.

## *Frø lagret under værelsetemperatur.*

RESVOLL-HOLMSEN (1928) har funnet at vitaliteten hos bjørkefrukter viser en tydelig periodisitet slik at en får større spireprosent om våren. For å studere dette forhold nærmere satte jeg høsten 1944 i gang en serie spireforsøk med 2 forskjellige provenienser av bjørkenøtter. Den ene var fra frøtre nr. 12, Larvik, den annen fra frøtre nr. 80, Hirkjølen (jfr. MORK 1944 s. 426). Begge disse frøprovenienser var høstet høsten 1944. Spireforsøkene ble utført i termostat og spiretemperaturen vekslet slik at den om natten gikk ned i 17° C og om dagen opp i 35° C.

Hensikten med dette forsøk var dessuten å undersøke hvor lenge bjørkefruktene beholder spireevnen når de lagres tørt under værelsetemperatur. Resultatene framgår av tabell 4 og fig. 1.

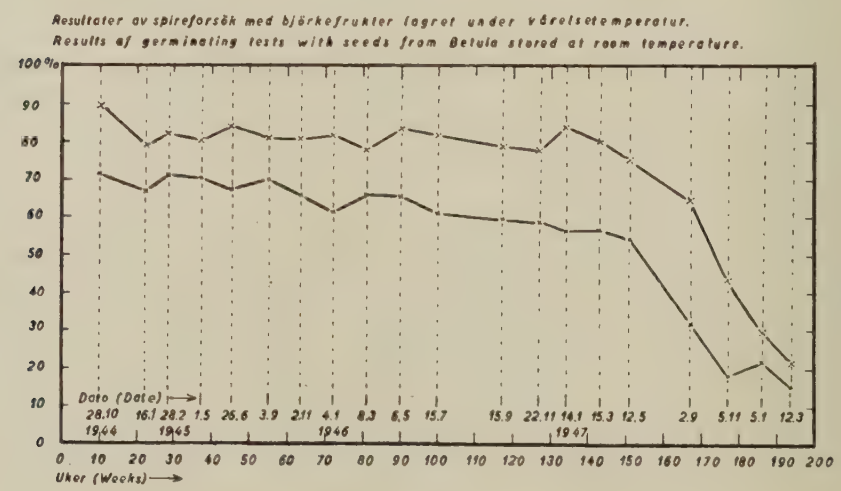



Fig. 1.

x——x Frø fra Larvik. *(Seed from Larvik.)*
·— —· Frø fra Hirkjølen. *(Seed from Hirkjølen.)*

Tabell 4.

Resultater av spireforsøk med bjørkefrukter lagret under værelsestemperatur.
*Results of germinating tests with seeds from Betula stored at room temperature.*

| Frø fra *Seed from* | Frøtre nr. *Seed tree No.* | H. o. h. m *Elevation above see level* | Lagt ut til spiring *Laid out for germinating* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 28/10 1944 | 16/1 1945 | 28/2 1945 | 1/5 1945 | 26/6 1945 | 3/9 1945 | 2/11 1945 | 4/1 1946 | 8/3 1946 | 6/5 1946 |
| | | | Antall uker etter frøet ble høstet *Number of weeks after the seed had been harvested* | | | | | | | | | |
| | | *m* | 10 | 22 | 28 | 37 | 45 | 55 | 63 | 72 | 81 | 90 |
| Larvik | 12 | 20 | 89 ± 2,9 | 80 ± 1,8 | 82 ± 2,7 | 80 ± 1,6 | 84 ± 1,8 | 81 ± 1,7 | 81 ± 2,0 | 82 ± 2,1 | 78 ± 2,9 | 84 ± 1,6 |
| Hirkjølen | 80 | 860 | 72 ± 1,9 | 67 ± 2,9 | 71 ± 2,1 | 70 ± 1,9 | 67 ± 2,8 | 70 ± 1,8 | 66 ± 2,8 | 61 ± 2,5 | 66 ± 2,0 | 66 ± 2,1 |

| Frø fra *Seed from* | Frøtre nr. *Seed tree No.* | H. o. h. m *Elevation above see level* | Lagt ut til spring *Laid out for germinating* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 15/7 1946 | 15/9 1946 | 22/11 1946 | 14/1 1947 | 15/3 1947 | 12/5 1947 | 2/9 1947 | 5/11 1947 | 5/1 1948 | 12/3 1948 |
| | | | Antall uker etter frøet ble høstet *Number of weeks after the seed had been harvested* | | | | | | | | | |
| | | *m* | 100 | 117 | 127 | 134 | 143 | 151 | 167 | 177 | 186 | 194 |
| Larvik | 12 | 20 | 82 ± 1,9 | 79 ± 2,1 | 78 ± 2,3 | 84 ± 1,6 | 81 ± 1,2 | 76 ± 2,1 | 65 ± 3,0 | 44 ± 2,9 | 30 ± 3,2 | 22 ± 3,5 |
| Hirkjølen | 80 | 860 | 61 ± 2,1 | 60 ± 2,2 | 59 ± 1,9 | 57 ± 2,6 | 57 ± 2,2 | 55 ± 2,8 | 32 ± 3,1 | 18 ± 3,5 | 22 ± 3,2 | 16 ± 3,6 |

Som en ser kan det ikke påvises noen sikker forskjell i spireprosentene de forskjellige årstider. Spireprosenten holder seg temmelig konstant 150 uker, eller ca. 3 år. Senere synker den temmelig raskt, men selv etter 194 uker er den ca. 20 %. Dette gjelder både for frukter fra lavlandet og fra fjellskogen.

Årsaken til at en ved tidligere undersøkelser har fått så stor forskjell i spireevne ved de ulike årstider (jfr. RESVOLL-HOLMSEN 1928) må bero på at spiringen har foregått i et alminnelig Jacobsens spireapparat under værelsetemperatur. I slike apparater vil spiretemperaturen som regel bli høyere om våren. Det bedre spireresultat som en har fått om våren må således skyldes spirebetingelsene og ikke årstiden.

Det viser seg også at bjørkenøttene kan holde spireevnen inntil 3 år når det oppbevares tørt under vanlig værelsetemperatur.

## Konklusjoner.

1. Bjørkenøtter som såes sent på høsten ute i marken gjennomgår forandringer i løpet av vinteren slik at minimumstemperaturen for spiring synker fra 20 til 10° C.
2. Hvis fruktene ligger udekket, taper de intet i spireevne ved en slik overvintring ute. Ligger fruktene dekket med sand, avtar spireevnen noe.
3. Frø av gran og furu blir helt drept ved en slik lagring dersom frøet er nedmoldet og været veksler mellom frost og regnvær flere ganger i løpet av vinteren. Hvis frøet ikke er nedmoldet, dør ca. halvdelen av det levende frø.
4. Høstsåing av gran- og furufrø er altså uheldig under slike forhold. Høstsåing av bjørkenøtter derimot gir utmerket resultat.
5. Noen periodisitet i bjørkefruktenes vitalitet kan ikke påvises når fruktene spirer i termostat slik at spiretemperatur og lys blir den samme.
6. Bjørkenøtter beholder spireevnen inntil 3 år dersom de lagres tørt under vanlig værelsetemperatur.

## Factors influencing germination of seed from *Pinus silvestris, Picea abies, Betula verrucosa, and B. pubescens.*


### *Summary.*

In a report from the Norwegian Forest Research Institute (MORK 1944) it was proved that seed from *Betula verrucosa,* stored some weeks at room temperature, demands high germination temperature. The minimum temperature for germination of such seed is 20° C.

The present publication deals with experiments the aim of which was to ascertain the influence of:

1. Storage of seed in and upon moist soil in the fields in winter.
2. Storage of dried seed at room temperature.

The experiment was carried out with vessels of the type and size described in report No. 21 (MORK 1938 p. 228).

The vessels were at first stored in an open field for 4 months from November 3rd to March 1st. During the first 6 weeks the weather changed from mild weather (4° C) to severe frost (— 10° C) several times.

During the last part of the storage period the vessels were covered with snow. The germination test was carried out under constant temperature.


### Conclusions.

1. Seed from *Betula verrucosa,* sown late in the autumn in the fields, changes during the storage period so that the seed afterwards is able to germinate at a lower temperature than normally. The minimum temperature for germination decrease from 20° C to 10° C.

2. If the seed is uncovered there is no loss of germination power. If the seed is covered with sand the germination power decreases.
3. Seeds from *Picea abies* and *Pinus silvestris* are all killed during such a storage period if the seeds are covered with sand. If the seeds is uncovered, the germination power decreases to one half.
4. Autumn sowing of seed from *Picea abies* and *Pinus silvestris* gives a poor result under the weather conditions described above. Seed from *Betula* may with good results be sown in late autumn.
5. Seed from *Betula* shows no difference in its germination power in the different seasons of the year if the germination test is made in thermostates where temperature and light always are kept constant.
6. Seed from *Betula verrucosa* and *B. pubescens* keeps its germination power up to 3 years if the seed is stored in dried condition and at room temperature.

## Litteraturfortegnelse.

*Joseph, H. C.* (1929): Germination and vitality of birch seeds. Bot. Caz. 87.
*Mork, E.* (1933): Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nord-trønderske granskoger. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen, Nr. 16.
— (1938): Gran- og furufrøets spiring ved forskjellig temperatur og fuktighet. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen, Nr. 21.
— (1944): Om bjørkefruktens bygning, modning og spiring. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen, Nr. 30.
*Resvoll-Holmsen, H.* (1928): Om skoggrenser og spireevne hos frø av fjeldbirk. Tidsskrift for Skogbruk, Oslo.
*Wikström, K.* (1922): Høstsådd eller vårsådd av tall? Skogsvårdsföreningens Tidskrift, Stockholm.

ØSTLENDINGENS TRYKKERI
ELVERUM 1951